



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM BIOLOGIA**

DIEGO LUÍS GUEDES DE SOUZA

**Estrutura populacional e biologia reprodutiva de
Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) em um açude artificial
do município de Cruz das Almas-BA**

**CRUZ DAS ALMAS
2013**

DIEGO LUÍS GUEDES DE SOUZA

**Estrutura populacional e biologia reprodutiva de
Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) em um açude artificial
do município de Cruz das Almas-BA.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao colegiado do curso de Bacharelado em Biologia, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito principal para a obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Sérgio Schwarz da Rocha.

CRUZ DAS ALMAS-BA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

S729

Souza, Diego Luis Guedes de.

Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) em um açude artificial do município de Cruz das Almas-BA / Diego Luis Guedes de Souza. _ Cruz das Almas, BA, 2013.

63f.; il.

Orientador: Sérgio Schwarz da Rocha.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Camarão – Criação. 2.Camarão – Biologia – Reprodução.
3.Crustáceo – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.
II.Título.

CDD: 639.512

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) em um açude artificial do município de Cruz das Almas-BA.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido ao colegiado do Curso de Graduação de Bacharelado em Biologia como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Biologia, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em: 15 / 05 / 2013

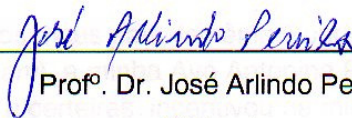
BANCA EXAMINADORA



Prof^o. Dr. Sérgio Schwarz da Rocha

Orientador

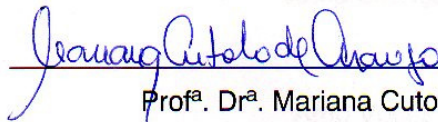
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof^o. Dr. José Arlindo Pereira

1^o Membro

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof^a. Dr^a. Mariana Cutolo de Araújo

2^o Membro

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dedico este trabalho aos meus pais, Ismênia Guedes de Souza, Valdemar Luís de Souza Filho (*in memoriam*), a minha Avó Antonina Rocha de Souza (*in memoriam*), que com ações simples e certas, incentivou na minha educação, e, sobretudo, por todo amor, carinho, afetividade e respeito, e também a minha irmã Ismim Souza Santos pelo companheirismo de sempre, não saberia imaginar minha vida sem a sua presença.

Amo Vocês!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser a minha fonte de energia, iluminando o meu caminho e de minha família nos momentos mais difíceis;

Ao professor Dr^o. Sérgio Schwarz da Rocha, pela oportunidade, orientação técnico-científica, profissionalismo, apoio, paciência, ensinamentos, dedicação, na realização deste trabalho, e compreensão demonstrados durante este período de convivência;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), por oportunizar-me conhecimentos e pelo apoio logístico;

Ao Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Setor de Biologia pela infraestrutura utilizada para a realização da pesquisa;

Ao colega de laboratório Ricardo por ter me dado uma força na etapa final deste trabalho;

Aos meus pais por me conceberem a vida, pelo amor, cumplicidade e pela confiança;

A minha irmã pelo carinho, cumplicidade e união;

A minha namorada, colega, amiga e companheira, Marilane Andrade, pelo apoio e incentivo para a conclusão deste trabalho, e claro pelo amor;

A todos os tios, tias, primos e primas pelo incentivo e momentos de distração nos momentos em que estamos juntos;

Aos meus verdadeiros amigos, que não fizeram parte diretamente deste trabalho, mas, que contribuíram com seu apoio, incentivo e motivação para que eu concluísse este projeto.

Aos meus amigos e colegas de graduação tanto da UFRB, quanto da UNEB pela grande amizade, resenhas e partilhas;

Aos meus professores de graduação por ter me proporcionado uma formação de qualidade e orientação para vida;

Aos parceiros de residência universitária pelos bons momentos de convívio, resenhas, amizade e companheirismo;

E por fim, a todos aqueles que não foram mencionados, mas que direta ou indiretamente contribuíram com minha formação acadêmica.

Muito Obrigado!!!

RESUMO

Macrobrachium jelskii (Miers, 1877), conhecida no Brasil como camarão sossego, apresenta ampla distribuição geográfica nas Américas do Sul e Central e pode ser considerada pouco exigente no que se refere às condições ambientais, uma vez que ocorre em ambientes lóticos e lênticos. Conhecimentos sobre a biologia populacional de crustáceos são essenciais para o desdobramento de estudos nas áreas de ecologia, biologia pesqueira e políticas de conservação. O objetivo deste trabalho foi verificar estrutura da população, razão sexual e padrão de reprodução de uma população de *M. jelskii* do município de Cruz das Almas, Bahia. As coletas foram realizadas entre os meses de agosto de 2011 a março de 2012, utilizando-se puçás. Em laboratório, os animais tiveram o sexo determinado e foram medidos o comprimento total, da carapaça e do abdômen, além do peso úmido, tamanho e volume dos ovos e fecundidade. No total foram coletados 1563 exemplares, sendo 527 machos (34%) e 1.036 fêmeas (66%), resultando em uma razão sexual igual a 0,51 : 1. O comprimento da carapaça variou de 3,21 a 8,13 mm em machos e 3,01 a 11,18 mm em fêmeas. Análises estatísticas demonstraram que as fêmeas atingem tamanhos maiores que os machos ($U = 167 \times 10^5$; $p < 0,001$). A distribuição por classes de tamanho mostrou-se unimodal nos machos e bimodal nas fêmeas. A análise macroscópica da gônadas revelou seis estágios distintos, sendo que ovários em maturação começaram a aparecer em fêmeas com tamanho entre 5,01 e 5,5 mm, mas a menor fêmea ovígera encontrada mediu 6,86 mm. Foram encontradas fêmeas com ovário em maturação e ovígeras em todo o período de amostragem, mas com maior concentração no mês de dezembro de 2011, caracterizando um período reprodutivo do tipo contínuo-sazonal. A fecundidade

apresentou uma relação direta com o comprimento da carapaça e o peso dos animais, com média igual a 24 (\pm 6,8) ovos e porcentagem de perda de ovos da ordem de 17%. Os ovos possuíam coloração esverdeada e formato elíptico, uma vez que foram encontradas diferenças significativas entre os tamanhos dos eixos maior e menor. Além disso, houve acréscimo significativo no volume dos ovos no decorrer do desenvolvimento embrionário.

Palavras-chave: reprodução, ovários, camarão, Bahia.

Abstract

Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) known in Brazil as “camarão sossego” is widely distributed in lotic and lentic environments from Central and South America. Studies on population biology of decapod crustaceans are an important foundation to subsequent studies on ecology, fishery and conservation. The aim of this study was to determine the population structure, sex ratio and reproduction pattern of a population of *M. jelskii* from Cruz das Almas, Bahia, Brazil. Samples were collected monthly from August 2011 to March 2012 using hand nets. In laboratory animals were sexed and measured (total length, carapace length and abdomen length) and weighed. The number of eggs of each ovigerous females was counted and the size and volume of eggs were taken. A total of 1,563 specimens were collected of which 527 were males (34%) and 1,036 were females (66%), resulting in a sex ratio equal to 0.51 : 1. The carapace length ranged from 3.21 to 8.13 mm in males and 3.01 to 11.18 mm in females. Statistical analysis showed that females were larger than males ($U = 167 \times 105$, $p < 0.001$). The size class distribution of carapace length were unimodal and bimodal for males and females, respectively. Macroscopic analysis of the gonads revealed six distinct development stages, and ovarian maturation began when females reached 5.01 — 5.5 mm size class, but the smallest ovigerous female measured 6.86 mm. Females with maturing ovarians or eggs attached to the pleopods were found throughout the entire sampling period, with greater concentration in December 2011; such characteristics are typical of continuous reproductive pattern. The number of eggs per female was directly proportional to the carapace length and wet weight of the animals and mean number of eggs calculated were 24 (± 6.8) with an egg loss percentage equal to 17%. Eggs were green and

elliptical in shape, since significant differences were found between sizes of the major and minor axes. In addition, there was significant increase in the volume of eggs during embryonic development.

Key-words: reproduction, ovaries, prawn, Bahia.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Distribuição geográfica de <i>Macrobrachium jelskii</i>	4
Figura 2 – Açude na Fazenda Engenho São João, município Cruz das Almas, Bahia (12°42'07,3"S; 39°03'00,6"W).....	10
Figura 3 – Açude artificial encontrado drenado durante a coleta do mês de abril de 2012.....	12
Figura 4 – Coleta utilizando puçá.....	12
Figura 5 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Fêmea ovígera em vista lateral.....	13
Figura 6 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Ovos em início de desenvolvimento embrionário (com coloração verde-oliva) dentro da câmara incubadora de uma fêmea.	15
Figura 7 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Ovos em final de desenvolvimento embrionário (com manchas oculares evidentes) dentro da câmara incubadora de uma fêmea.	15
Figura 8 – Medição do diâmetro maior e menor dos ovos de <i>Macrobrachium jelskii</i> utilizando-se estereomicroscópio Nikon dotado de câmera digital Motic e software de manipulação de imagens (Motic Image Plus).	17
Figura 9 – Distribuição percentual dos indivíduos de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	19
Figura 10 – Distribuição da frequência relativa de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) coletado no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	21
Figura 11 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio II (<i>Maturação 1</i>) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = ovário.....	25
Figura 12 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio III (<i>Maturação 2</i>) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = ovário.....	26
Figura 13 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Vista dorsal do cefalotórax da fêmea	

mostrando o Estágio IV (<i>Maturação 3</i>) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = ovário.....	27
Figura 14 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio V (<i>Maduro</i>) de maturação gonadal; HP = Hepatopâncreas; OV = ovário.....	28
Figura 15 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio VI (<i>Pós-eliminação</i>) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = ovário.....	29
Figura 16 – Distribuição da frequência relativa mensal dos estágios de maturação ovariana das fêmeas de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	31
Figura 17 – Frequência relativa de estágios de maturação ovariana por classe de tamanho das fêmeas de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) coletadas no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	31
Figura 18 – Frequência relativa de fêmeas ovígeras de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) coletadas no açude artificial, no município de Cruz das Almas, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	33
Figura 19 – Relação entre a fecundidade e o comprimento da carapaça (mm) de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	39
Figura 20 – Relação entre a fecundidade e o peso total (g) de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – <i>Macrobrachium jelskii</i> . Número de indivíduos (N), tamanho mínimo (Mín), tamanho máximo (Máx), média e desvio padrão (média ± DP) de comprimento da carapaça dos exemplares amostrados durante o período de agosto/2011a março/2012.....	22
TABELA 2 – Fecundidade de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) e de outros <i>Macrobrachium</i>	35
TABELA 3 – Dimensões médias dos ovos (mm) na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877).....	40
TABELA 4 – Volume médio dos ovos (mm ³) na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário de <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877) e de outros <i>Macrobrachium</i>	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

Os decápodes são os crustáceos mais bem conhecidos em decorrência de sua grande diversidade, abundância e importância ecológica e econômica, sendo que muitos são comestíveis e representam itens importantes em atividades pesqueiras (BRUSCA; BRUSCA, 2007). Apresentam também grande diversidade de estratégias alimentares; alguns desempenham papel importante como decompositores, outros são consumidores primários e secundários (RUPPERT *et al.*, 2005). Com aproximadamente 14.000 espécies descritas, representam cerca de um terço dos crustáceos conhecidos. A maioria é marinha e bentônica, mas muitas espécies são encontradas em água doce ou mesmo em ambiente terrestre úmido.

Dentre os crustáceos decápodes estão os camarões da Infraordem Caridea que constituem um grupo bem diversificado, tanto com relação ao seu habitat como a sua morfologia. A família Palaemonidae, inclui, entre outros, os popularmente conhecidos “camarões de água doce” (BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999) e agrupa as espécies mais abundantes e de maior interesse econômico, apresentando, em alguns casos, grande potencial para o cultivo (VALENTI, 1989).

A família Palaemonidae compreende cerca de 981 espécies de camarões bentônicos que habitam regiões marinhas, estuarinas e de água doce (DE GRAVE; FRANSEN, 2011). Segundo De Grave *et al.* (2009), esta família compreende duas subfamílias: Pontoniidae Kingsley, 1879 e Palaemoninae (Rafinesque, 1815), sendo esta última a mais significativa e composta por dezoito gêneros, dos quais *Palaemon* (Weber, 1795); *Palaemonetes* (Heller, 1869) e *Macrobrachium* (Bate, 1868) podem ser considerados os mais representativos desta subfamília. Camarões *Macrobrachium*, conhecidos popularmente como “pítus” ocorrem em áreas tropicais

e subtropicais do globo, vivendo abrigados junto às pedras ou entre a vegetação aquática (CARVALHO *et al.*, 1979; VALENTI *et al.*, 1987; BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999). Este gênero apresenta cerca de 240 espécies descritas, sendo cinquenta e cinco encontradas nas Américas, das quais 17 registradas para o Brasil (PILEGGI; MANTELATTO, 2012).

Os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* são amplamente distribuídos nas zonas tropicais e subtropicais, e embora possam crescer e acasalar em ambiente dulcícola, a maioria das espécies necessita da água salobra dos estuários para seu desenvolvimento larval (PINHEIRO; HEBLING, 1998). Tais espécies destacam-se por realizar migração durante a época de reprodução, comumente em direção à foz, pois as fêmeas ovígeras procuram águas salobras para eclosão das larvas, onde estas se desenvolvem, atingem a fase de pós-larva e retornam para os rios, permanecendo nestes ambientes durante o resto do ciclo de vida (GEORGE, 1969). Isto ocorre porque muitas espécies, não só do gênero *Macrobrachium*, como também do gênero *Palaemonetes*, necessitam de certa concentração de sais, que pode variar entre 1 e 35 para que ocorra o completo desenvolvimento larval (PEREIRA; GARCÍA, 1995; ARAÚJO; VALENTI, 2010).

De acordo com Bueno (1981), a dependência fisiológica de água salobra constitui uma forte evidência de que grande parte das espécies do gênero *Macrobrachium*, ainda não colonizou definitivamente o ambiente de água doce, estando a distribuição dessas espécies restrita às bacias fluviais costeiras. Entretanto, algumas espécies são totalmente independentes da água do mar, vivendo em ambientes sem nenhuma proximidade com estuários (PEREIRA; GARCÍA, 1995).

Segundo Rabalais e Gore (1985), o fato de alguns palemonídeos habitarem ambientes estritamente de água doce está relacionado com o desenvolvimento larval abreviado. Algumas espécies americanas da subfamília Palaemoninae são caracterizadas por fêmeas que carregam um pequeno número de ovos volumosos. De acordo com Pereira e García (1995), existem 39 espécies de *Macrobrachium*, que possuem desenvolvimento larval abreviado e destas, 17 encontram-se distribuídas na América do Sul.

Dentre as espécies de palemonídeos, *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) é vulgarmente conhecida no Brasil por camarão sossego (PAIVA; BARRETO, 1960), apresenta ampla distribuição geográfica (Figura 1), ocorrendo em várias regiões do globo a exemplo de Guiana, Guiana Francesa (localidade-tipo), Trinidad, Suriname, Venezuela, Bolívia, Argentina e Brasil (Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso, São Paulo e Santa Catarina) (COLLINS, 2000; MELO, 2003).



Figura 1. Distribuição geográfica de *Macrobrachium jelskii*. (Fonte: <http://www.guiageo.com/brasil-mapa.htm>). Elipses vermelhas marcam os locais de ocorrência da espécie.

A espécie *M. jelskii* pode ser considerada generalista no que se refere às condições do ambiente, uma vez que ocorre em ambientes lóticos e lênticos, de águas escuras ou transparentes, com pouca vegetação marginal ou entre raízes de plantas aquáticas e gramíneas, substrato lodoso, de pedra ou areia (PAIVA; BARRETO, 1960; MELO, 2003; MONTOYA, 2003). Segundo Montoya (2003), as fêmeas ovígeras da espécie podem ser frequentemente encontradas associadas às raízes de plantas aquáticas, as quais fornecem recursos nutricionais e proteção, bem como local adequado para o desenvolvimento dos estágios larvais da espécie.

Nesses microhabitats a espécie alimenta-se de larvas de insetos, diatomáceas e outras algas, além de grãos de sedimento (MELO, 2003).

Segundo Magalhães (2000), *M. jelskii*, é uma das espécies que apresenta desenvolvimento larval abreviado. O tamanho e o número de ovos de uma espécie podem ser determinados não só geneticamente, mas também fenotipicamente (SASTRY, 1983) e variam em função das características ecológicas do meio aquático (MAGALHÃES; WALKER, 1988). Estudos que abordam a fecundidade em palemonídeos concretizam a hipótese de que *M. jelskii* é uma das espécies que apresenta menor número de ovos, com maiores volumes e dimensões (PAIVA; BARRETO, 1960; GAMBA, 1984; MAGALHÃES, 2000).

Em crustáceos, o número de ovos, geralmente, apresenta forte correlação positiva com o tamanho do corpo da fêmea (HINES, 1982). A fecundidade geralmente é definida como o número de ovos produzidos por fêmea, numa estação de desova. O diâmetro dos ovos é o principal responsável pela variação da fecundidade entre os crustáceos de tamanho equivalente (HINES, 1982), podendo variar em função das características genéticas das populações ou da origem dos exemplares examinados (VALENTI *et al.*, 1989). Soares (2008) mostra que quanto maior a fêmea ovígera de *M. jelskii*, maior é o número de ovos que essas carregam, isso porque fêmeas maiores possuem maior câmara incubadora, podendo com isso acomodar um maior número de ovos. Paiva e Barreto (1960), Gamba (1997) e Taddei (2006) também verificaram aumento do número de ovos, com o aumento no tamanho das fêmeas ovígeras de *M. jelskii*.

Populações biológicas podem ser entendidas como um conjunto de indivíduos da mesma espécie que habitam determinada região geográfica. Uma mesma espécie pode estar dividida em diversas populações (ou subpopulações) e, no caso

de espécies com ampla distribuição geográfica, fatores ambientais e genéticos podem variar entre estas (SILVA, 2010). Conhecer a estrutura populacional das espécies de crustáceos favorece a obtenção de informações relevantes que contribuem para o entendimento do comportamento dessas populações ao longo do tempo, as interações e respostas aos diferentes estímulos oriundos do ambiente natural. As populações apresentam estrutura com os próprios atributos, que estão ligados à densidade da população, tipo de migração, ciclo de vida, variação genética e distribuição dos indivíduos em faixas etárias distintas, podendo ocorrer variação temporal e espacial dessas características (RICKLEFS; MILLER, 1999).

A razão sexual é um desses atributos e está diretamente ligada à estratégia e sucesso do acasalamento dos indivíduos (BARROS, 1995). A razão sexual esperada em uma população é de 1 macho para 1 fêmea (WENNER, 1972). Os fatores que podem comprometer esse equilíbrio entre machos e fêmeas são as distintas condições ambientais, os processos de seleção natural, e as condições bióticas, como muda, migração, predação, dentre outros (MÜLLER; CARPES, 1991; LIMA; OSHIRO, 2000). E neste caso, as proporções sexuais de espécies do gênero *Macrobrachium*, sugerem tendência favorável às fêmeas nestas condições (WENNER, 1972; GAMBA, 1997; SILVA, 2002; BORGES, 2003; MONTOYA, 2003; FRANSOZO *et al.*, 2004; MANTELATTO; BARBOSA, 2005; TADDEI, 2006; SOARES, 2009).

Os crustáceos podem apresentar reprodução contínua caso esta aconteça durante o ano todo ou periodicamente, se a reprodução se der apenas em determinado período do ano (SANTOS, 1978). Pinheiro e Fransozo (2002) sugerem uma reclassificação, com o acréscimo da reprodução contínua-sazonal, onde as fêmeas ovígeras estariam presentes durante o ano todo com períodos de atividade

mais altos em determinados momentos. A existência de uma estação reprodutiva longa é comum para as espécies do gênero *Macrobrachium*, havendo meses nos quais acontece uma intensificação da desova (CARVALHO, 1978; LOBÃO *et al.*, 1978; SANTOS, 1978; BOND; BUCKUP, 1982).

Muitas pesquisas já foram realizadas sobre a biologia reprodutiva de decápodes, dentre as quais se destacam: a maturidade sexual, análise da fecundidade, estudo da fecundidade, o tamanho dos ovos, o volume da massa de ovos, o período e ciclo reprodutivo e as relações com a temperatura e outros fatores ambientais (MULLER; CARPES, 1991; SOUZA; FONTOURA, 1996; LIMA; OSHIRO, 2000; NAZARI *et al.*, 2003).

No Brasil, há registros de alguns estudos sobre a biologia populacional e reprodutiva de *M. jelskii* realizados nas regiões Sudeste, Norte e Nordeste do país, sendo que nesta última região os estudos são escassos. A maioria dos trabalhos com a espécie supracitada mostra a razão sexual deslocada em favor das fêmeas, as quais são maiores que os machos, com padrão de reprodução contínuo e com maior intensidade nos meses com maior precipitação e temperatura.

2. JUSTIFICATIVA

Os crustáceos decápodes dulcícolas formam um grupo importante e têm recebido pouca atenção da comunidade científica brasileira quando comparados às espécies marinhas. A escassez de trabalhos de sistemática e inventários faunísticos, bem como de dados biológicos, têm contribuído para que continuássemos, por muito tempo, a ter um conhecimento fragmentado sobre os grupos de decápodes existentes nos principais corpos de água do Brasil (ROCHA; BUENO, 2004).

O Recôncavo Baiano vem sendo explorado de maneira predatória há muitos anos, sendo notório o contínuo e intenso processo de poluição e degradação dos ambientes dulcícolas causados pela ação antrópica. Tal fato representa uma séria ameaça às comunidades aquáticas que interagem de forma inseparável e dependente. Portanto, os conhecimentos taxonômicos e ecológicos das comunidades bênticas são essenciais para a compreensão do funcionamento dos sistemas aquáticos.

Isto posto, este trabalho teve como objetivo principal estudar a estrutura populacional e biologia reprodutiva de *M. jelskii* em um açude artificial no município de Cruz das Almas, no estado da Bahia, envolvendo discussões sobre: composição da população; padrão de reprodução; fecundidade; ocorrência de desovas sucessivas; porcentagem de perda de ovos durante o período de incubação; verificação do tamanho e volume dos ovos nos períodos inicial e final do desenvolvimento embrionário e possível correlação com a perda de ovos; relação da fecundidade e do peso com o comprimento dos animais.

O conhecimento da estrutura populacional e biologia reprodutiva de *M. jelskii* são importantes subsídios para a estimativa do potencial reprodutivo na espécie e poderão servir de base para o desdobramento de novos estudos nas áreas de ecologia, biologia pesqueira e políticas de conservação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em um açude artificial (Figura 2) localizado na Fazenda Engenho São João ($12^{\circ} 42' 07,3''$ S ; $039^{\circ} 03' 00,6''$ W), município de Cruz das Almas, Bahia na região do Recôncavo Baiano. A localidade está situada a 220 metros de altitude, com precipitação anual média igual a 1.240 mm, umidade relativa do ar anual de 80% e temperatura média anual de $24,5^{\circ}\text{C}$. Dista de Salvador, capital do Estado da Bahia, 146 km por rodovia (BR 101, em conexão com a BR-324 / Salvador-Feira de Santana).



Figura 2. Açude artificial na Fazenda Engenho São João, município Cruz das Almas, Bahia ($12^{\circ}42'07,3''$ S; $39^{\circ}03'00,6''$ W).

3.2. Dados Ambientais

A caracterização ambiental dos pontos de coleta foi feita com base nas medidas de parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido), aferidos com o auxílio de um medidor multiparâmetros HANNA, modelo HI9828.

3.3. Coleta dos exemplares

As coletas foram realizadas mensalmente entre os meses de agosto de 2011 a março de 2012. A princípio estava prevista a realização de 12 coletas mensais (totalizando um ano de coleta), mas em abril de 2012 houve a drenagem total do açude e a conseqüente eliminação total da população que estava sendo estudada (Figura 3). Os animais foram coletados utilizando-se puçás (malha 2 mm) (Figura 4) para capturar os indivíduos associados à vegetação marginal do açude. A fim de padronizar o esforço de captura durante as amostragens foi estabelecida a utilização de um coletor durante uma hora. Após a coleta, os exemplares foram acondicionados em baldes ou galões com água do próprio local e transportados vivos ao Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Setor de Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - CCAAB.



Figura 3. Açude artificial encontrado drenado durante a coleta do mês de abril de 2012.



Figura 4. Coleta utilizando puçá.

3.4. Tratamento das amostras em laboratório

Os exemplares de camarões foram previamente amostrados e identificados como *Macrobrachium jelskii*, com base em literatura específica do grupo (MELO, 2003).

Todos os exemplares adultos coletados tiveram o sexo averiguado com base em caracteres sexuais específicos, que no caso do gênero *Macrobrachium* são: presença (machos) ou ausência (fêmeas) do *appendix masculina*, localizado no segundo par de pleópodes. As fêmeas ovígeras foram identificadas pela presença de ovos aderidos aos pleópodes (Figura 5). A avaliação macroscópica dos ovários (baseada na coloração e no tamanho) foi feita por transparência através da superfície dorsal do cefalotórax de acordo com Carvalho e Pereira (1981).

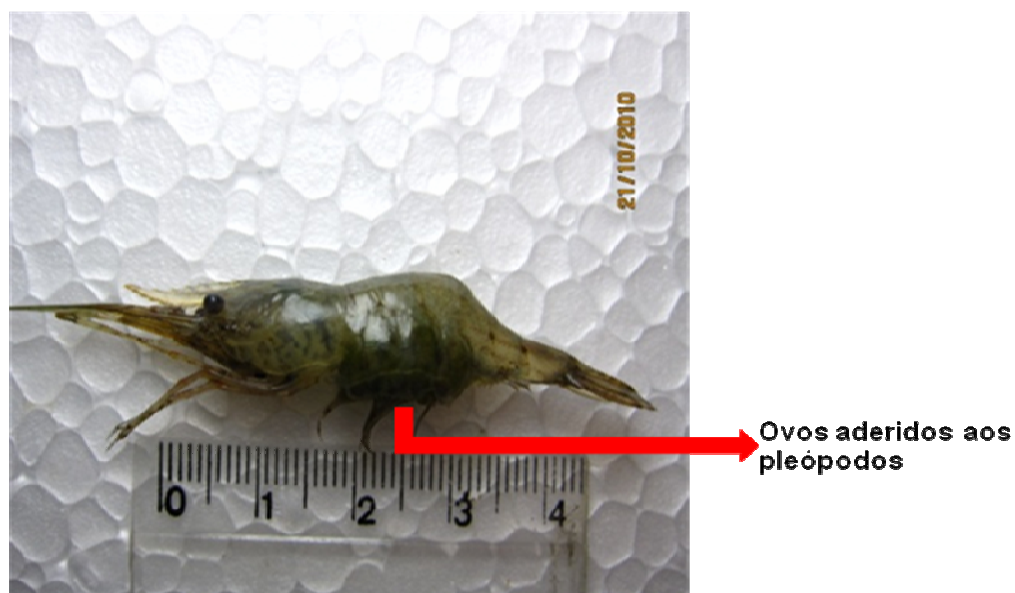


Figura 5. *Macrobrachium jelskii*. Fêmea ovígera em vista lateral.

Paquímetro digital (precisão: 0,01 mm) foi utilizado para a tomada de dados morfométricos dos espécimes capturados. Dessa forma, foram medidos o

comprimento da carapaça – CC (da margem pós-orbital até a margem posterior da carapaça), o comprimento total – CT (da ponta do rostro até a ponta do télson) e o comprimento do abdômen – CA (do limite anterior até o limite posterior, excluindo o télson). O comprimento da carapaça (CC) foi adotado como medida padrão do tamanho dos animais e o conjunto de dados foi agrupado em classes de comprimento para análise da variação das porcentagens de classe de tamanho ao longo do período de coleta.

O peso úmido dos exemplares (após secagem em papel absorvente para a retirada do excesso de água) foi determinado mediante o uso de balança analítica de precisão (escala: 0,01g); o peso das fêmeas ovígeras foi tomado sem a massa de ovos.

Os ovos foram retirados do abdômen das fêmeas com pinça e distribuídos de maneira uniforme em placa de Petri quadriculada. O número de ovos em cada quadrado da placa foi contado com contador manual sob estereomicroscópio (MOTIC, modelo SMZ-168). Baseando-se nas metodologias propostas por Mossolin e Bueno (2002), Rocha (2002) e Rocha (2007), foram considerados “em início de desenvolvimento embrionário”, os ovos pertencentes a ovipostura recente, com grande quantidade de vitelo e sem manchas oculares (Figura 6); ovos caracterizados como “em final do desenvolvimento embrionário” foram aqueles cujas manchas oculares estavam visíveis (Figura 7). A presença, nos pleópodes das fêmeas, deste último tipo de ovo descrito, foi comparada ao grau de desenvolvimento dos ovários (avaliação macroscópica) para verificação da possível ocorrência de desovas sucessivas. Isto foi de extrema importância para a caracterização da biologia reprodutiva, pois informa se as fêmeas podem desovar mais de uma vez durante o período reprodutivo.



Figura 6. *Macrobrachium jelskii*. Ovos em início de desenvolvimento embrionário (com coloração verde-oliva) dentro da câmara incubadora da fêmea.

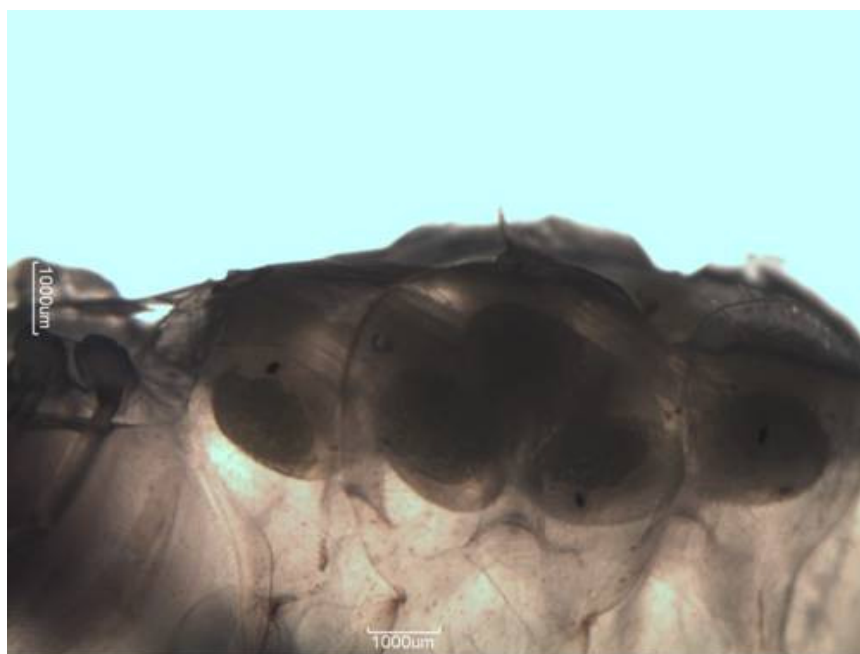


Figura 7. *Macrobrachium jelskii*. Ovos em final de desenvolvimento embrionário (com manchas oculares evidentes) dentro da câmara incubadora da fêmea.

Para o estudo da fecundidade, somente foram utilizados ovos no início do desenvolvimento embrionário, pois já se constatou a perda de ovos durante o processo de incubação em crustáceos decápodes pleociemados (DARNELL, 1956; BALASUNDARAN; PANDIAN, 1982; ANGER; MOREIRA, 1998; GALVÃO; BUENO, 2000 e MOSSOLIN; BUENO, 2002). O número de ovos em final do desenvolvimento embrionário também foi determinado e utilizado para o cálculo da porcentagem de perda dos ovos. Esta perda foi calculada com base na média da diferença de ovos incubados entre o início e final do período embrionário.

Para determinar o tamanho dos ovos foram mensurados aleatoriamente cinquenta ovos de cada estágio de desenvolvimento embrionário. As medidas (diâmetro maior e menor) foram efetuadas utilizando-se um estereomicroscópio Nikon dotado de câmera digital Motic e software de manipulação de imagens (Motic Image Plus) (Figura 8). O volume dos ovos (VO) foi calculado pela fórmula $VO = (\pi * DM * Dm^2 / 6)$, onde DM é a medida do diâmetro maior e Dm o diâmetro menor (ODINETZ – COLLART; RABELO, 1996).

Após todas as análises, os espécimes foram fixados e armazenados em frascos devidamente etiquetados contendo álcool a 70%.

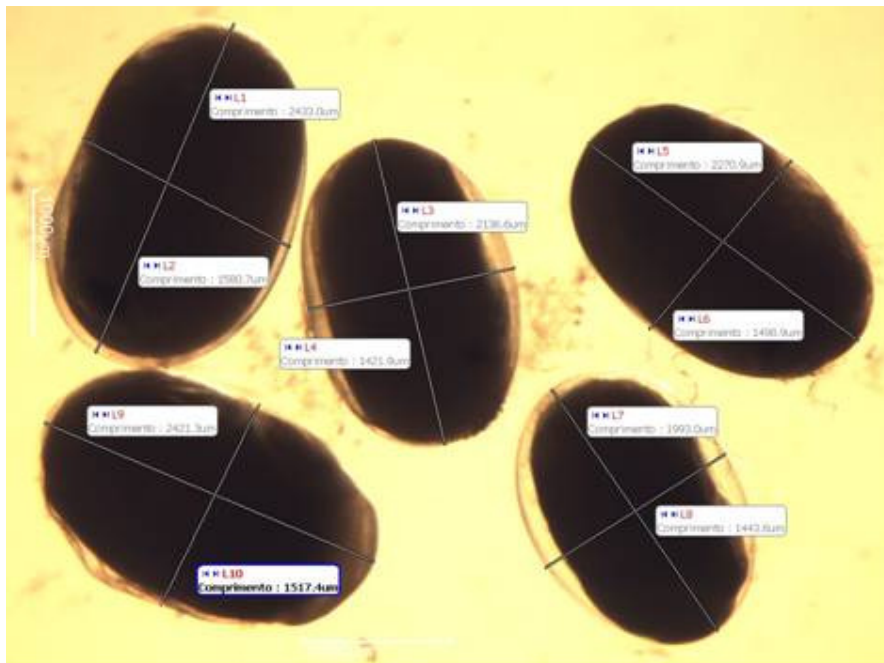


Figura 8. Medição do diâmetro maior e menor dos ovos de *Macrobrachium jelskii* utilizando-se estereomicroscópio Nikon dotado de câmera digital Motic e software de manipulação de imagens (Motic Image Plus).

3.5. Procedimentos estatísticos

Os valores medidos em ovos em estágio inicial e final foram testados através do teste estatístico de Mann-Whitney a fim de verificar diferenças significativas entre o tamanho dos ovos no decorrer do desenvolvimento embrionário. Este mesmo teste também foi utilizado para verificar a ocorrência de diferenças significativas entre o tamanho de machos e fêmeas. O teste de Chi-quadrado foi utilizado para avaliar a proporção entre machos e fêmeas. A relação entre a fecundidade e a variável morfométrica foi analisada a partir de análise de regressão linear, da qual obteve-se uma reta descrita pela equação $y = ax + b$, adotando-se como variável dependente o número de ovos e como variável independente as medidas dos comprimentos de

carapaça (mm) e peso total (g) das fêmeas sem a massa de ovos. Todos os procedimentos estatísticos foram baseados em Zar (1996) e tiveram nível de significância de 95%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estrutura Populacional e Razão Sexual

Foram capturados 1563 exemplares de *M. jelskii*, sendo 527 machos (34%) e 1.036 fêmeas (66%), das quais 110 (7%) estavam ovíferas (Figura 9). Portanto, a razão sexual observada para a população de *M. jelskii* no presente estudo foi igual a 0,51 : 1 ($X^2 = 165,76$; $p < 0,001$). Esses dados mostraram que a população não estava estável em relação à proporção sexual teórica (1:1) esperada (WENNER, 1972).

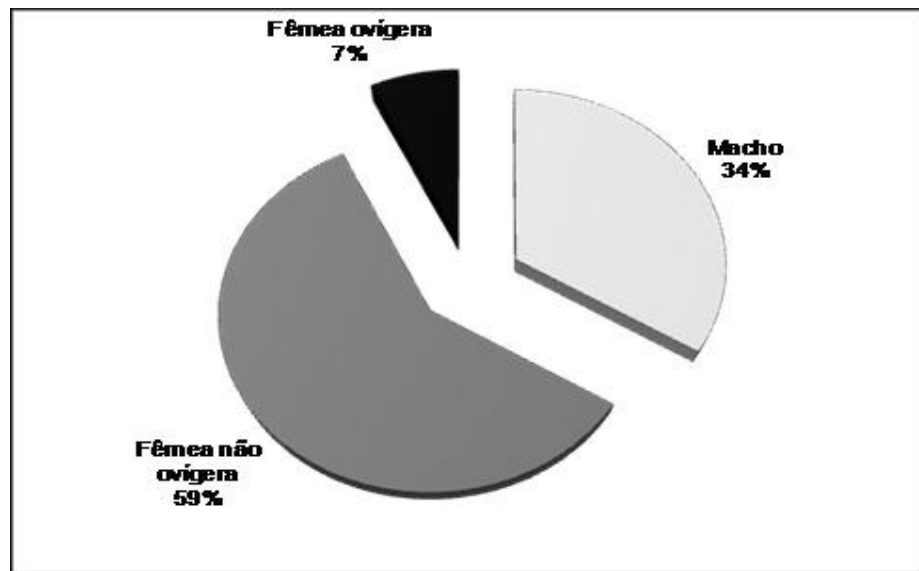


Figura 9. Distribuição percentual dos indivíduos de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

Razões sexuais favoráveis às fêmeas e muito semelhantes àquela encontrada no presente estudo foram observadas por Gamba (1997) na Venezuela (0,58 : 1), Taddei (2006) na Represa de Barra Mansa em São Paulo (0,56 : 1) e Soares *et al.* (2009) na Represa de Três Marias em Minas Gerais (0,57 : 1). Segundo Taddei (2006), o maior número de fêmeas favorece maior índice de fecundação, devido, sobretudo, à característica de reprodução contínua da espécie. Esta razão sexual tendenciosa para as fêmeas é comum em camarões Caridea, principalmente em muitas espécies de *Macrobrachium* (BARROS-ALVES *et al.*, 2012).

Segundo Wilson e Pianka (1963) e Wenner (1972), desvios na proporção sexual pode ser consequência de diferentes taxas de mortalidade e natalidade, predação e tamanho diferencial entre os sexos. Além disso, outros fatores podem influenciar esses desvios, tais como diferentes taxas de muda, dispersão, reprodução, migração diferencial (BOTELHO *et al.*, 2001), bem como diferentes características genéticas entre as populações e/ou diferentes condições ambientais que estimulam ou inibem o crescimento diferencial entre os sexos (BARROS-ALVES *et al.*, 2012).

Com relação ao tamanho, os indivíduos coletados no açude de Cruz das Almas apresentaram variação de 3,01 a 11,18 mm de comprimento da carapaça (Figura 10). O comprimento da carapaça dos machos variou de 3,21 a 8,13 mm, com valor médio de 5,82 ($\pm 0,85$), enquanto o comprimento da carapaça das fêmeas não ovígeras variou de 3,01 a 11,18 mm, com valor médio de 6,49 ($\pm 1,30$) e das fêmeas ovígeras de 6,86 a 9,78 mm, com valor médio de 8,48 ($\pm 0,65$) (Tabela 1). Dessa forma, o tamanho das fêmeas foi estatisticamente maior do que o tamanho dos machos ($U = 167 \times 10^5$; $p < 0,001$). Essas informações são corroboradas por Soares *et*

al. (2008) e Barros-Alves *et al.* (2012) que demonstraram em seus trabalhos com *M. jelskii*, que as fêmeas foram os maiores indivíduos da população.

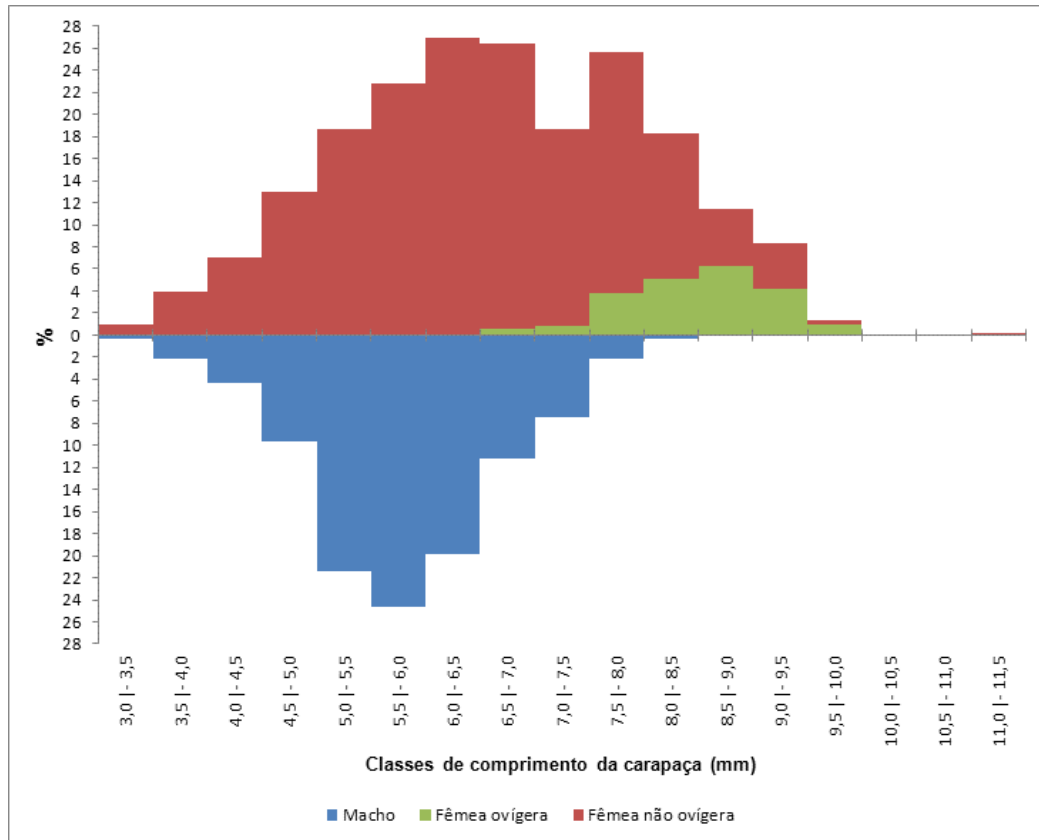


Figura 10. Distribuição da frequência relativa de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) coletado no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

Tabela 1. *Macrobrachium jelskii*. Número de indivíduos (N), tamanho mínimo (Min), tamanho máximo (Max), média e desvio padrão (média \pm DP) de comprimento da carapaça dos exemplares amostrados durante o período de agosto/2011 a março/2012.

	Comprimento da carapaça (mm)			
	N	Min.	Máx.	Média \pm DP
Machos	527	3,21	8,13	5,82 \pm 0,85*
Fêmeas não ovígeras	926	3,01	11,18	6,49 \pm 1,30*
Fêmeas ovígeras	110	6,86	9,78	8,48 \pm 0,65*

* Indica diferença significativa segundo o teste Mann-Whitney ($p < 0,001$), entre os tamanhos de machos e fêmeas.

Além disso, a distribuição de frequência apresentou-se unimodal para os machos (com pico na classe de tamanho 5,5 |— 6,0 mm de CC) e bimodal para as fêmeas (com picos nas classes de tamanho 6,0 |— 6,5 mm e 7,5 |— 8,0 mm de CC), confirmando o maior tamanho das fêmeas (Figura 10). Apesar da distribuição unimodal, que reflete maior equilíbrio da população, ser bastante comum em crustáceos de regiões tropicais (DIAZ; CONDE, 1989), padrões de distribuição bimodais já foram registrados para outros decápodes, tais como *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (MANTELATTO *et al.*, 1995) e *Aegla franciscana* Buckup e Rossi, 1977 (GONÇALVES *et al.*, 2006). Além disso, distribuições de frequência iguais àquelas encontradas no presente estudo foram obtidas por Soares *et al.* (2009) em uma população de *M. jelskii* do Rio São Francisco.

Segundo Diaz e Conde (1989) padrões bimodais podem estar relacionados a pulsos de recrutamento, mortalidade ou comportamento diferencial entre os sexos, ou mortalidade catastrófica da população como um todo. Considerando que no presente estudo apenas as fêmeas apresentaram distribuição bimodal e que o padrão reprodutivo da população foi contínuo-sazonal (ver item 4.2) pode-se

descartar a influência de pulsos de recrutamento e de mortalidade catastrófica. Portanto, é provável que diferentes taxas de mortalidade ou comportamento diferencial entre os sexos tenham influenciado neste caso.

Soares *et al.* (2008) capturaram indivíduos maiores em relação ao presente estudo, apresentando variação de tamanho de carapaça de 1,81 a 17,05 mm na represa de Três Marias e de 2,5 a 16,62 mm no Rio São Francisco. Já Barros-Alves *et al.* (2012) em Rio Grande - MG, encontraram variação de tamanho de carapaça de 3,2 a 11,2 mm, similar ao observado no presente trabalho. Tais diferenças podem estar relacionadas às distintas condições climáticas e de latitude entre as regiões de Minas Gerais e do Recôncavo Baiano. De acordo com Hartnoll (1982), o tamanho máximo atingido pelos animais, da mesma forma que a taxa de crescimento, são afetados pelas condições ambientais a que estes estão submetidos, especialmente em relação a temperatura e a disponibilidade de alimento.

Segundo Parker (1992) o maior crescimento das fêmeas pode maximizar o potencial reprodutivo da espécie, permitindo maior fecundidade. Em algumas espécies de carídeos dulcícolas (como *M. jelskii*) os ovos produzidos contêm muito vitelo, devido ao desenvolvimento embrionário abreviado (BECK; COWELL, 1976). Dessa forma, fêmeas de maior porte podem garantir maior espaço no cefalotorác para o desenvolvimento das gônadas (com ovócitos ricos em vitelo), antes da liberação dos gametas (MAGALHÃES; WALKER, 1988) e podem ter maior espaço no abdômen para carregar a massa de ovos, pois o tamanho e o número de ovos são diretamente proporcionais ao espaço disponível para fixação dos mesmos aos apêndices abdominais (SHAKUNTALA, 1977).

4.2. Aspectos Reprodutivos

4.2.1. Maturação ovariana e Período Reprodutivo

As observações macroscópicas realizadas em *M. jelskii* foram baseadas nas descrições de Carvalho e Pereira (1981) e demonstraram a existência de seis estágios ovarianos, considerando-se o tamanho e a coloração dos mesmos durante o amadurecimento, a saber:

Estágio I – *Imaturo*: Ovários pequenos, incolores e transparentes; sem cromatóforos na cápsula ovárica; e não visíveis através da carapaça transparente.

Estágio II – *Maturação 1*: Gônadas maiores que no estágio anterior, com coloração esbranquiçada ou ligeiramente esverdeada. Primeiros cromatóforos presentes e os ovários visualizados através da carapaça (Figura 11).

Estágio III – *Maturação 2*: Ovários túrgidos, distendidos em comprimento, largura e espessura, recobrimdo parte do estômago, com coloração esverdeada e superfície dorsal rica em cromatóforos visíveis através da carapaça (Figura 12).

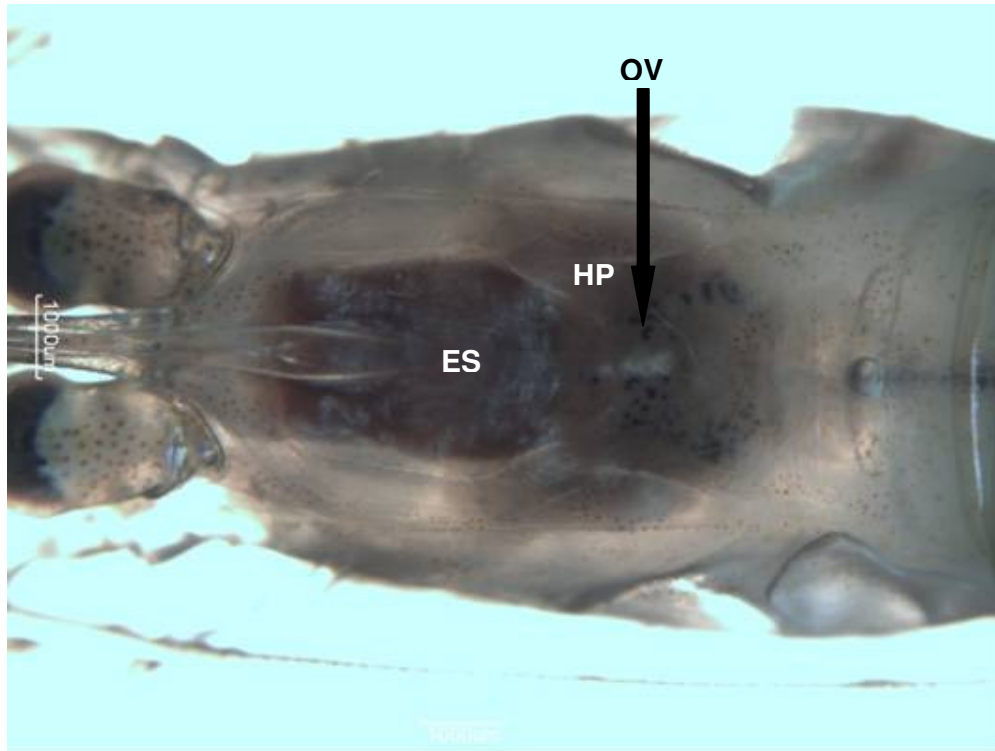


Figura 11. *Macrobrachium jelskii*. Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio II (*Maturação 1*) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = Ovário.

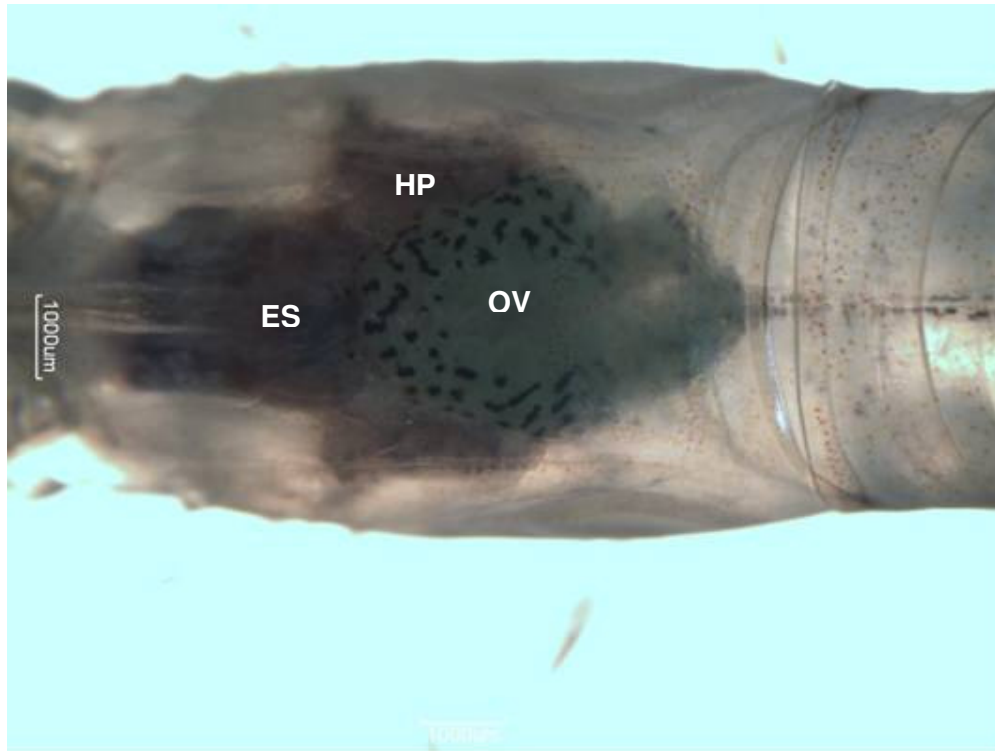


Figura 12. *Macrobrachium jelskii*. Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio III (*Maturação 2*) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = Ovário.

Estágio IV – Maturação 3: Ovários volumosos, túrgidos, recobrimo mais da metade do estômago, com coloração esverdeada mais intensa quando comparada com o estágio III, ricos em cromatóforos, facilmente observados por transparência da carapaça (Figura 13).



Figura 13. *Macrobrachium jelskii*. Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio IV (*Maturação 3*) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = Ovário.

Estágio V – Maduro: Ovários mais volumosos e túrgidos, e de coloração verde escura; preenchendo toda a cavidade cefalotorácica dorsal, distendendo-se da base do rostro até o primeiro segmento abdominal (Figura 14).

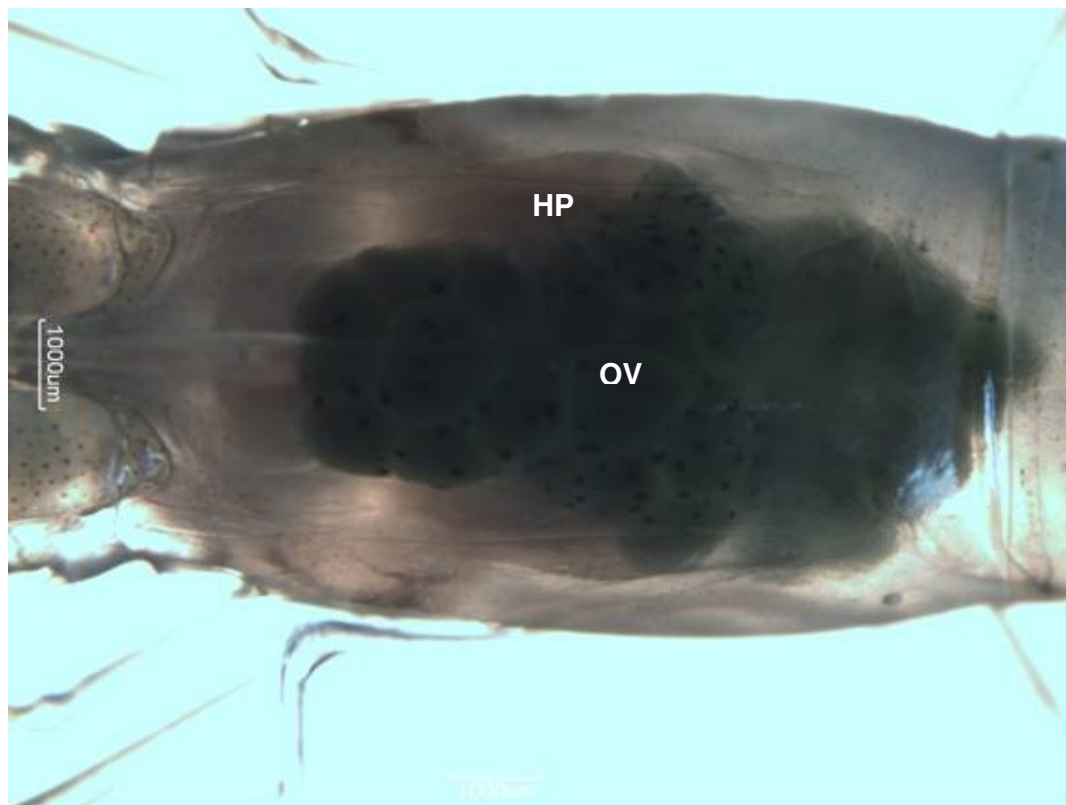


Figura 14. *Macrobrachium jelskii*. Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio V (*Maduro*) de maturação gonadal; HP = Hepatopâncreas; OV = Ovário.

Estágio VI – Pós-eliminação: Ovários pequenos, flácidos, apresentando coloração pardo-amarelada ou esbranquiçadas, ricamente permeada de cromatóforos. Localização e o tamanho semelhantes aos observados no estágio II (Figura 15).

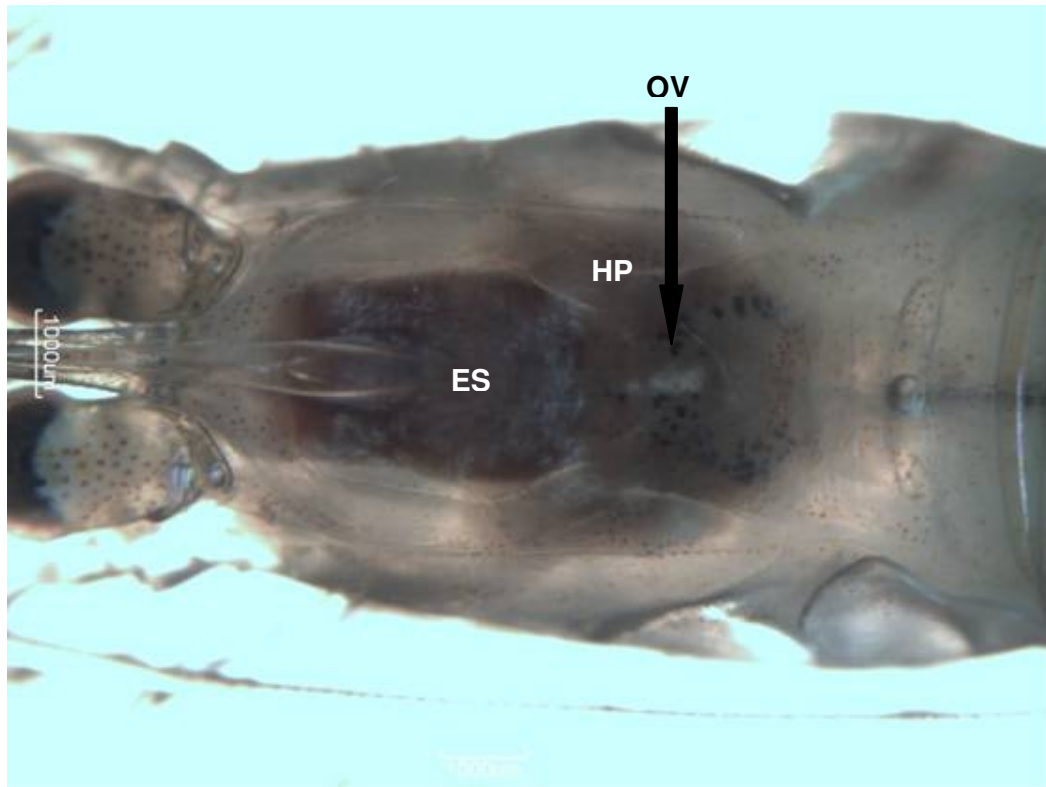


Figura 15. *Macrobrachium jelskii*. Vista dorsal do cefalotórax da fêmea mostrando o Estágio VI (*Pós-eliminação*) de maturação gonadal; ES = Estômago; HP = Hepatopâncreas; OV = Ovário.

Os ovários dos crustáceos apresentaram diferentes estágios de maturação, constituindo ciclo reprodutivo que se inicia com a maturação dos ovários, e culmina na desova e reorganização deste para mais um ciclo (CHANG; SHIH, 1995). O tamanho, cor e textura dos ovários de crustáceos modificaram-se conforme o grau de amadurecimento (O'DONOVAN *et al.*, 1984) e a coloração resultou do acúmulo de vitelogenina contendo pigmentos carotenóides (CHARNIAUX-COTTON, 1980). Em *Macrobrachium jelskii*, *Macrobrachium amazonicum* (RIBEIRO, 2006) e *Macrobrachium acanthurus* (CARVALHO; PEREIRA, 1981) os ovários apresentaram coloração esverdeada à medida que amadureceram. Já em *Macrobrachium rosenbergii* os ovários maduros apresentaram coloração alaranjada (CHANG; SHIH, 1995). A diferença de cor apresentada pelas espécies supracitadas pode estar

relacionada ao tipo de carotenóide assimilado ou ser uma característica espécie-específica (RIBEIRO, 2006).

Fêmeas com gônadas nos estádios II, III e IV (em maturação), estágio V (maduro) e estágio VI (pós-eliminação) foram registradas durante todo o período de estudo, caracterizando reprodução contínua para a população. A maior frequência de fêmeas com gônadas maduras desenvolvidas e prontas para a reprodução foi verificada no mês de março (Figura 16).

A figura 17 mostra que os primeiros sinais de maturação das gônadas das fêmeas de *M. jelskii* no presente estudo apareceram quando as mesmas atingiram a classe de comprimento de carapaça de 5,01 e 5,5 mm, entretanto, a menor fêmea ovígera encontrada tinha 6,86 mm. Dessa forma, as fêmeas incluídas na classe de tamanho 6,5 — 7,0 mm seriam aquelas que realmente estariam iniciando sua participação no processo reprodutivo apesar de ter sido encontrado fêmeas de menor tamanho com ovários em maturação. De acordo com Santos (1978), não há tamanho fixo a partir do qual os indivíduos começam a se reproduzir, mas a frequência relativa de fêmeas em período reprodutivo aumenta gradativamente com o tamanho, como observado no presente estudo (Figura 17).

O tamanho da primeira maturidade sexual (L_{50}) pode ser definido pelo comprimento médio em que metade da população encontra-se sexualmente madura, ou seja, com ovários maduros ou na condição de ovígeras (VAZOLLER, 1981; FONTELES-FILHO, 2011). Baseado neste critério, apesar das fêmeas ovígeras amostradas terem apresentado variação de 6,86 a 9,78 mm de CC, com maturidade sexual individual igual a 6,86 mm de comprimento da carapaça, a maturidade sexual populacional foi estimada no intervalo entre 7,01 a 7,5 mm de comprimento da carapaça (Figura 17). Segundo Freire *et al.* (2012) a presença de fêmeas

sexualmente desenvolvidas em classes de comprimento inferiores demonstrou que a espécie apresentou desenvolvimento gonadal rápido, o que favorece o processo de manutenção da população.

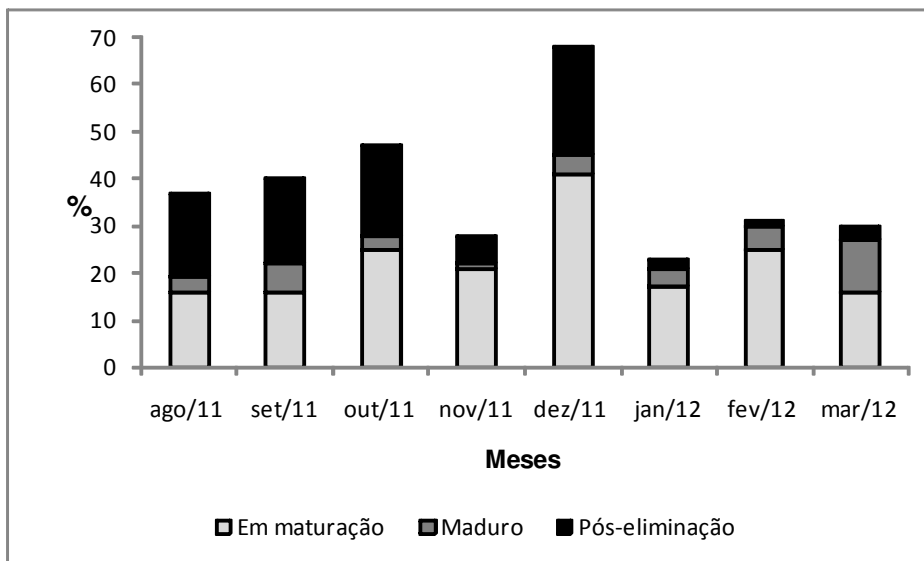


Figura 16. Distribuição de frequência relativa mensal dos estágios de maturação ovariana das fêmeas de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

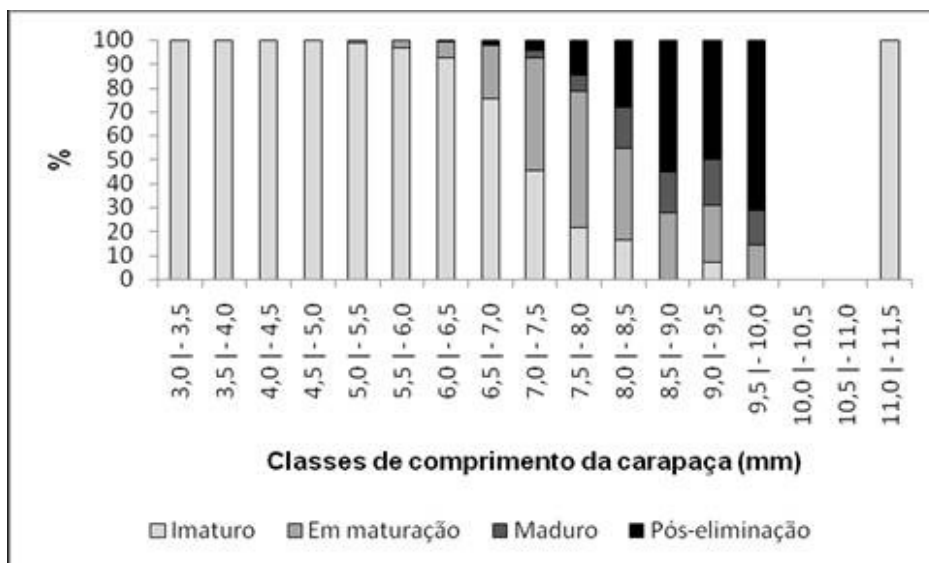


Figura 17. Frequência relativa de estágios de maturação ovariana por classe de tamanho das fêmeas de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) coletadas no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

O conhecimento sobre o tamanho da primeira maturação é de fundamental importância para a utilização sustentável dos estoques pesqueiros, pois estabelece os tamanhos mínimos de captura do estoque avaliado e subsidia medidas de ordenamento pesqueiro da espécie na área estudada (FONTELES-FILHO, 2011).

A maturidade sexual individual (=menor fêmea ovígera) de *M. jelskii* encontrada no presente estudo foi inferior ao encontrado por Taddei (2006) com 7,4 mm e Soares (2008) com 7,93 mm e 8,45mm de comprimento do cefalotórax. Diferenças nos parâmetros ambientais relacionados à latitude podem antecipar ou retardar a maturidade sexual nos indivíduos, caracterizando variações entre populações de uma mesma espécie (HINES, 1989). Além disso, é comum encontrar em crustáceos diferenças no tamanho da maturidade causadas por variações na taxa de crescimento e por vários graus de variabilidade de parâmetros físicos, químicos e biológicos que podem ocorrer sazonalmente ou em diferentes localidades (WENNER *et al.*, 1985).

A população de *Macrobrachium jelskii* estudada apresentou padrão de reprodução contínuo caracterizado pela ocorrência de fêmeas ovígeras durante todo o período de amostragem, com pico reprodutivo no mês de dezembro (Figura 18).

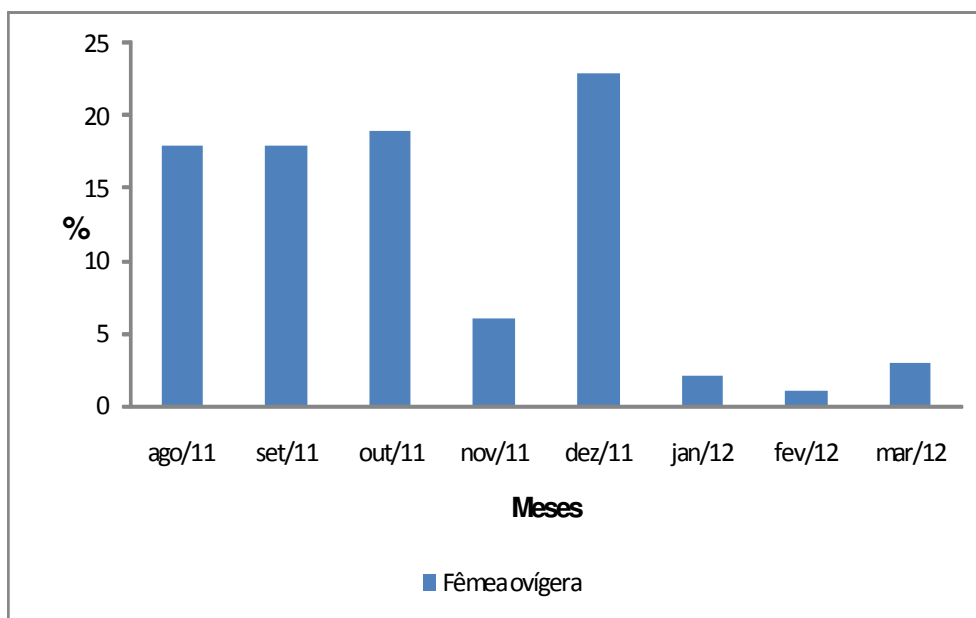


Figura 18. Frequência relativa de fêmeas ovígeras de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) coletadas no açude artificial, no município de Cruz das Almas, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

Soares (2008) também encontrou padrão de reprodução contínuo, com maior intensidade de reprodução nos meses de janeiro e novembro, em uma população de *M. jelskii* coletada na Represa de Três Marias, no Rio São Francisco. O mesmo padrão de reprodução ocorreu no trabalho realizado por Taddei (2006) em São Paulo, mas com pico reprodutivo entre novembro e fevereiro. Vale ressaltar que em ambos os estudos, a intensidade de reprodução estava diretamente relacionada com meses de maior precipitação e temperatura. Por outro lado, Paiva e Barreto (1960) trabalhando com *M. jelskii* no Ceará encontraram um período reprodutivo sazonal, ocorrendo entre os meses de abril a outubro, sendo mais intenso no último mês referido, independente da estação chuvosa. Finalmente, na Venezuela, Gamba (1997) também encontrou um período reprodutivo sazonal (de maio a outubro), coincidindo com os altos índices de precipitação e temperatura da água.

Dentre crustáceos, os camarões de água doce podem apresentar reprodução periódica, se a reprodução ocorrer exclusivamente em determinada época do ano, ou contínua, se ocorrer fêmeas ovígeras com frequências mensais similares ou com períodos de atividade reprodutiva mais alta durante o ano todo (SANTOS, 1978; PINHEIRO; FRANSOZO 2002). Nas regiões de maiores latitudes, a estação reprodutiva pode ocorrer e ser estimulada principalmente por mudanças no fotoperíodo, iniciando-se no inverno e com época de eclosão de pós-larvas nos meses de verão, onde a temperatura da água está mais alta, favorecendo assim seu desenvolvimento (BOND; BUCKUP, 1982), enquanto que nos trópicos a época de reprodução é principalmente ligada ao regime hidrológico (GARCÍA-DÁVILA *et al.*, 2000).

Fatores ambientais como a pluviosidade podem determinar maior intensidade reprodutiva em espécies de camarões, tais como *M. amazonicum* (ODINETZ-COLLART, 1991; ODINETZ-COLLART; RABELO, 1996). Há também registro da influência desse parâmetro em *M. birai* (atualmente *M. offersi*, segundo PILLEGI e MANTELATTO, 2012) (TAKINO *et al.*, 1989). De acordo com Takino *et al.* (1989) o período reprodutivo dos camarões palaemonídeos podem ser influenciados por fatores ambientais, fazendo com que os animais sincronizem a reprodução em épocas mais quentes do ano, onde há maior disponibilidade de alimento para as larvas. Além disso, a temperatura da água é considerada outro fator de grande influencia na reprodução dos camarões carídeos (BOND; BUCKUP, 1982; ANTUNES; OSHIRO, 2004), desencadeando o desenvolvimento gonadal e abreviação da duração dos estágios larvais (MAGALHÃES; WALKER, 1988). Segundo Sastry (1983) fêmeas ovígeras que apresentam pico reprodutivo evidente, como é o caso do presente trabalho, geralmente estão sob influência de variações

ambientais, tais como temperatura, latitude, fotoperíodo e disponibilidade de alimentos.

4.2.2. Fecundidade e Tamanho dos Ovos

Durante o período de estudo foram analisadas 63 fêmeas ovígeras com comprimento de carapaça (CC) variando entre 6,88 mm e 9,78 mm e peso total (PT) variando de 0,28 g a 0,70 g. A fecundidade variou de 11 a 40 ovos, com valor médio de 24 ($\pm 6,8$) ovos por fêmea. Na Tabela 2 está demonstrando os resultados obtidos neste trabalho com outras populações de *M. jelskii* e diferentes espécies de *Macrobrachium* estudadas previamente.

Tabela 2. Fecundidade de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) e de outros *Macrobrachium*.

Macrobrachium	Fecundidade Média	Varição da Fecundidade	Localidade	Autor
<i>M. jelskii</i>	24	11 a 40	Recôncavo Baiano	Presente estudo
<i>M. jelskii</i>	59	16 a 107	Nordeste	PAIVA & BARRETO, 1960
<i>M. jelskii</i>	35	10 a 56	Venezuela	GAMBA, 1997
<i>M. jelskii</i>	24	14 a 37	São Paulo	TADDEI, 2006
<i>M. jelskii</i>	35	5 a 69	Minas Gerais	SOARES, 2008-Rio
<i>M. jelskii</i>	37	5 a 78		SOARES, 2008-Represa
<i>M. potiuna</i>	24	1 a 53	Minas Gerais	MÜLLER & CARPES, 1991
<i>M. potiuna</i>	44	3 a 79	Rio de Janeiro	LIMA & OSHIRO, 2000

<i>M. olfersii</i>	3.514	380 a 9.577	Santa Catarina	MÜLLER <i>et al.</i> , 1999
<i>M. olfersii</i>	1.917	1.029 a 6.320	Santa Catarina	NAZARI <i>et al.</i> , 2003
<i>M. amazonicum</i>	905	40 a 3.375	Pará	SILVA, 2006
<i>M. amazonicum</i>	211	16 a 1.630	Amazonas	HATTORI <i>et al.</i> , 2009
<i>M. acanthurus</i>	8.929	740 a 17.769	São Paulo	VALENTI <i>et al.</i> , 1989

A fecundidade média obtida no presente estudo foi muito semelhante à fecundidade encontrada por Taddei (2006) em São Paulo que foi 24 ovos. Por outro lado, fecundidades superiores foram verificadas por Paiva e Barreto (1960) que, estudando uma população de *M. jelskii* de uma pequena bacia do nordeste brasileiro, observaram fecundidade média de 59 ovos, enquanto, Gamba (1997) estudando uma população da Venezuela, calculou média igual a 35 ovos. Finalmente, Soares (2008) em trabalhos realizados na Represa de Três Marias e no Rio São Francisco verificou fecundidades médias iguais a 37 e 35 ovos, respectivamente.

Segundo Oh e Hartnol (1999), as condições fisiológicas das fêmeas, variações sazonais das estações do ano, latitude e condições ambientais propiciam diferenças em relação ao número de ovos entre diferentes populações de uma mesma espécie ou de espécies diferentes. Além disso, segundo Antunes e Oshiro (2004), a baixa fecundidade média pode ocorrer também devido à perda acidental dos ovos em uma parcela das fêmeas ovígeras, uma vez que algumas apresentam suas câmaras incubadoras vazias ou com pouquíssimos ovos.

De acordo com Ammar *et al.* (2001), as variações na estimativa da fecundidade podem ser decorrentes de diferenças no tamanho máximo dos

exemplares e das características genéticas próprias das populações de origem. Clarke (1993) comenta que fêmeas menores desovam menor número de ovos, pois apresentam reduzido tamanho ovariano e limitado espaço abdominal para a incubação dos mesmos.

A fecundidade calculada utilizando-se as fêmeas com ovos em fase final do desenvolvimento embrionário variou de 4 a 34 ovos, com valor médio de 20 ($\pm 7,2$) ovos por fêmea. Dessa forma, a porcentagem de perda de ovos na população estudada foi de 17%. Chalupe e Leme (2011) verificaram taxa de perda de ovos de 4% entre os estágios de desenvolvimento embrionário em estudo realizado em um riacho localizado na Reserva Florestal do Palmital, Serra da Mantiqueira, SP com *M. potiuna*, sendo essa taxa inferior ao encontrado no presente trabalho. Taxas superiores foram registradas por Nazari *et al.* (2003), que também observaram a perda de ovos em fêmeas de *M. potiuna* a qual foi equivalente a 24% do número total de ovos durante o período de incubação.

A perda de ovos em crustáceos pleociemados pode ocorrer por desprendimento de alguns ovos da massa devido ao aumento da frequência de batimentos dos pléopodos quando do aumento na temperatura e redução do teor de oxigênio na água (DICK *et al.*, 1998); ou devido à elevada predação por nemertídeos ou abrasão mecânica com o substrato devido à atividade das espécies durante a incubação de ovos (SHIELDS *et al.*, 1991).

Para Nazari *et al.* (2003) a perda proporcional de ovos e o aumento do volume dos mesmos durante a embriogênese, mostram peculiaridades do processo reprodutivo em fêmeas de Palaemonidae. Além disso, a perda aparente de ovos pode resultar numa melhor acomodação destes, dentro da câmara incubadora,

promovendo melhor circulação da água entre a massa de ovos restante e conseqüente, aumento da oxigenação em torno dos embriões.

As relações entre fecundidade/comprimento da carapaça (Figura 19) e fecundidade/peso total (Figura 20) foram, respectivamente, expressas pelas equações: $y = 4,667x - 15,37$ ($R^2 = 0,256$) e $y = 46,62x + 2,422$ ($R^2 = 0,316$). Assim verificando a ocorrência de ampla variação da fecundidade individual em fêmeas de tamanho e peso semelhantes, o que justificaria a obtenção de baixo valor do coeficiente de regressão (R^2) em ambas as relações estudadas (Figuras 19 e 20). Resultados semelhantes foram obtidos por Soares (2008) que estudaram uma população de *M. jelskii* na represa de Três Marias, no estado de Minas Gerais. A tabela 2 mostra a ampla variação nos valores de fecundidade máximos e mínimos em várias populações de *M. jelskii* e evidencia que esta espécie possui, naturalmente, valores de fecundidade média baixos, condizentes com a estratégia reprodutiva (desenvolvimento abreviado). Lobão *et al.* (1985) e Negreiros-Fransozo *et al.* (1992) afirmaram que o número de ovos carregados por crustáceos Pleocyemata é relativamente variável para uma mesma classe de tamanho. Parsons e Tucker (1986) argumentaram que tal fato pode estar relacionado à perda acidental dos ovos, fertilização incompleta ou doenças.

Apesar do baixo coeficiente de regressão obtido, a fecundidade apresentou relação direta com o comprimento da carapaça e o peso, ou seja, à medida que aumenta o comprimento da carapaça e o peso da fêmea, aumenta o número de ovos. A relação direta entre tamanho do corpo e número de ovos é bem conhecida para muitos crustáceos decápodes e está relacionada com o espaço disponível no cefalotórax para o desenvolvimento das gônadas (HINES, 1982, VALENTI *et al.*, 1989).

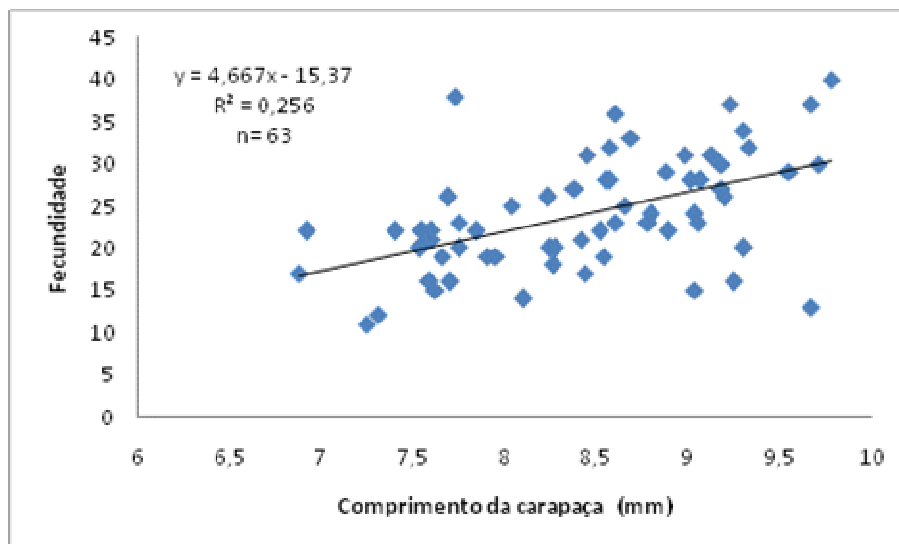


Figura 19. Relação entre a fecundidade e o comprimento da carapaça (mm) de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

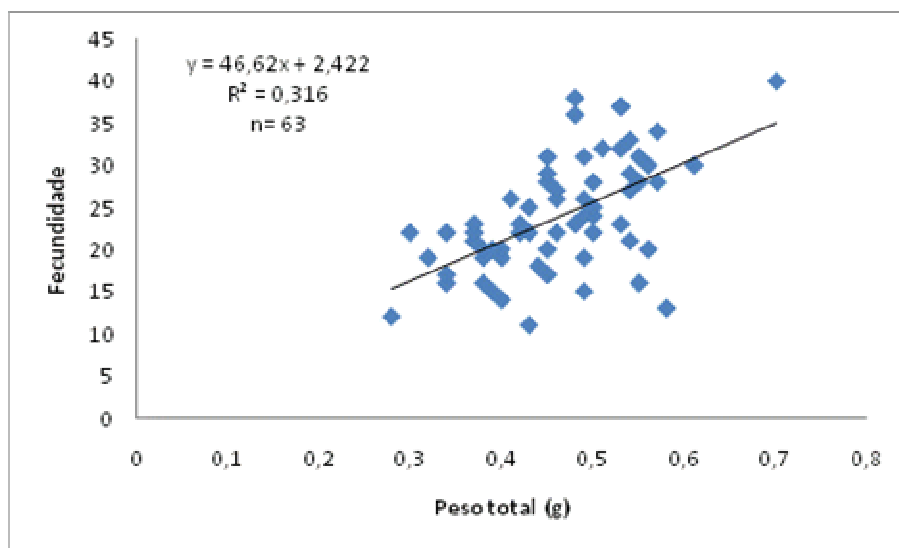


Figura 20. Relação entre a fecundidade e o peso total (g) de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) no açude artificial, durante o período de agosto/2011 a março/2012.

Os ovos de *M. jelskii* apresentaram formato elíptico e as dimensões médias na fase inicial foram iguais a 1,42 mm para o eixo menor e 1,90 mm para o eixo maior; já na fase final esses mesmos valores foram 1,54 mm para o eixo menor e 2,19 mm para o eixo maior. O Teste de Mann-Whitney detectou diferença significativa entre as dimensões dos eixos maior e menor na comparação dos ovos em estágio inicial e final (Diâmetro maior: $U = 113$ e $p < 0,001$; Diâmetro menor: $U = 371$ e $p < 0,001$). Portanto, houve aumento significativo do tamanho dos ovos entre as duas fases de desenvolvimento embrionário analisadas (Tabela 3). O volume dos ovos também teve um aumento significativo ($U = 53,5$; $p < 0,001$) com volume médio de 2,45 mm³ na fase inicial e 3,48 mm³ na fase final (Tabela 4).

Tabela 3. Dimensões média dos ovos (mm) na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877).

Dimensões médias dos ovos (mm)					
Espécie	Autor	Fase inicial		Fase final	
		Eixo menor	Eixo maior	Eixo menor	Eixo maior
<i>M. jelskii</i>	Presente estudo	1,42 ± 0,08*	1,90 ± 0,09*	1,54 ± 0,09*	2,19 ± 0,15*
<i>M. jelskii</i>	SOARES, 2008-Rio	1,59 ± 0,06*	2,17 ± 0,11*	1,68 ± 0,11*	2,39 ± 0,16*
<i>M. jelskii</i>	SOARES, 2008-Represa	1,54 ± 0,07*	2,07 ± 0,12*	1,62 ± 0,08*	2,32 ± 0,19*
<i>M. jelskii</i>	PAIVA & BARRETO, 1960	1,03	1,53	1,17	1,79
<i>M. jelskii</i>	GAMBA, 1997	1,42 ± 0,07	1,91 ± 0,05	1,54 ± 0,04	2,27 ± 0,04

* Indica diferença significativa entre os diâmetros maior e menor nos ovos na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário.

Tabela 4. Volume médio dos ovos (mm³) na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) e de outros *Macrobrachium*.

Espécie	Fase inicial (mm³)	Fase final (mm³)	Autor
<i>M. jelskii</i>	2,45 ± 0,26*	3,48 ± 0,49*	Presente estudo
<i>M. jelskii</i>	2,87 ± 0,30*	3,58 ± 0,66*	SOARES, 2008 (coletado no rio)
<i>M. jelskii</i>	2,57 ± 0,31*	3,22 ± 0,54*	SOARES, 2008- (coletado na Represa)
<i>M. carcinus</i>	0,538 ± 0,024	0,632 ± 0,028	LARA & WEHRTMANN, 2009
<i>M. olfersii</i>	0,035 ± 0,004	0,056 ± 0,009	NAZARI <i>et al.</i> , 2003

* Indica diferença significativa entre volume nos ovos na fase inicial e final de desenvolvimento embrionário.

Soares (2008), Gamba (1997) e Paiva e Barreto (1960) também encontraram aumento significativo nos tamanhos dos eixos dos ovos no transcorrer do período de incubação. A tabela 3 mostra que ocorreu crescimento proporcionalmente maior do eixo maior dos ovos entre as fases inicial e final do desenvolvimento embrionário, tanto no presente estudo quanto em trabalhos realizados pelos autores supracitados. O aumento do diâmetro e volume dos ovos durante o desenvolvimento embrionário é um padrão para os crustáceos estando associado às modificações na forma do ovo que refletem o crescimento de estruturas embrionárias no eixo céfalo-caudal (ANDERSON, 1982; PINHEIRO; HOTTORI, 2002). Tal fato é um importante recurso da embriogênese, uma vez que o crescimento do volume dos ovos permite uma maior mobilidade dos embriões e a incubação das larvas no final do período de incubação (MÜLLER *et al.*, 1999; NAZARI *et al.*, 2000).

Os ovos de *M. jelskii* do presente trabalho são menores que aqueles encontrados por Soares (2008), mas muito similares aos encontrados por Gamba

(1997). Por outro lado, são maiores que aqueles encontrados por Paiva e Barreto (1960) para a mesma espécie (Tabela 3). A tabela 4 mostra que o volume dos ovos de *M. jelskii* do presente estudo são maiores que o das espécies *M. carcinus* e *M. olfersii* estudados, respectivamente, por Lara e Wehrtmann (2009) e Nazari *et al.* (2003).

Essa diferença entre o tamanho e volume dos ovos de *M. jelskii*, *M. carcinus* e *M. olfersii* pode estar relacionada aos diferentes tipos de habitat e estratégias reprodutivas dessas espécies (RABALAIS; GORE, 1985). *M. jelskii* completa todo seu ciclo de vida em água doce, possui desenvolvimento abreviado independente da água salobra, produzem ovos grandes e pouco numerosos, ou seja, reduzido número de estágios larvais, proporcionando aumento da sobrevivência larval, enquanto *M. carcinus* e *M. olfersii* produzem ovos numerosos e de menor tamanho, cujas larvas dependem do estuário para completar seu desenvolvimento, esta estratégia reprodutiva tem como consequência a diminuição da taxa de sobrevivência das larvas (FIELDER, 1970). Odinetz–Collart e Rabelo (1996) comentam que a distância em relação ao oceano também pode influenciar no tamanho dos ovos. De acordo com esses autores, o volume dos ovos das populações de *Macrobrachium* tende a aumentar com a distância do oceano.

Várias pressuposições têm sido sugeridas no sentido de esclarecer as variações no aumento no tamanho dos ovos ao longo do período de incubação. A entrada de água no ovo, causando aumentos no volume pode estar relacionada com a pressão osmótica interna (WEAR, 1974) que contribuiria para a ruptura da membrana do ovo e, então, a eclosão larval (LARDIES; WEHRTMANN, 1996). Além disso, experimentos com carídeos marinhos mostram que o tamanho dos ovos aumenta com a diminuição de temperaturas, promovendo assim a tendência para

que estes animais produzam ovos maiores em altas latitudes (CLARKE *et al.* 1991, CLARKE 1992). Finalmente, salinidade e temperatura são fatores ambientais considerados de grande relevância, para a variabilidade de tamanho dos ovos (WEAR, 1974; BAS; SPIVAK, 2000). Entretanto, a idade, o tamanho e a genética das fêmeas também provoca mudanças ontogenéticas que afetam o tamanho dos ovos (MASHIKO, 1990).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo sobre a estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* realizado no açude artificial em Cruz das Almas permitiu concluir que:

A população de *M. jelskii* possui a razão sexual desviada para as fêmeas, e que as mesmas são maiores que os machos.

O padrão de reprodução da população é do tipo contínuo-sazonal, uma vez que fêmeas ovígeras foram encontradas durante todo o período de amostragem, com pico reprodutivo no mês de dezembro. Outro fato que também sustenta essa caracterização do padrão reprodutivo é a presença de fêmeas com gônadas em maturação, maduro e em pós-eliminação durante todo o período de estudo

As fêmeas de *M. jelskii* apresentam desova total, pois não foram encontradas fêmeas ovígeras com ovários em maturação ou maduros.

A fecundidade média da população estudada é compatível com aquela calculada para outras populações *M. jelskii* de outras regiões do Brasil e é condizente com padrão de desenvolvimento embrionário abreviado da espécie.

Os baixos coeficientes de regressão linear encontrados nas relações entre fecundidade/comprimento da carapaça e fecundidade/peso total estão relacionados à baixa fecundidade da espécie aliada à variação da fecundidade individual das fêmeas pertencentes a uma mesma classe de tamanho.

Os ovos de *M. jelskii*, assim como de outros do mesmo gênero, aumentaram de tamanho e volume ao longo do desenvolvimento embrionário.

São necessários estudos que investiguem as possíveis causas da perda de ovos da ordem de 17% calculada no presente trabalho.

Um acompanhamento da dinâmica populacional durante períodos de tempo

maiores (12-24 meses) são importantes para verificação de padrões sazonais que podem ocorrer em crustáceos decápodes.

Finalmente, sugere-se retornos periódicos ao local de coleta (o qual foi drenado em abril de 2012) para a verificação da capacidade de recuperação/recolonização do ambiente pela espécie *M. jelskii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMMAR, D.; MÜLLER, Y. M. R.; NAZARI, E. M. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) coletados na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 529-537, 2001.

ANDERSON, D. T. Embryology. In: ABELE, L.G. **Embryology, Morphology and Genetics**: The Biology of Crustacea. New York: Academic Press Inc., v.2, p. 1-44, 1982.

ANGER, K.; MOREIRA, G. S. Morphometric and Reproductive Traits of Tropical Caridean Shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 823-838, 1998.

ANTUNES, L. S.; OSHIRO, L. M. Y. Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Muller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Serra do Piloto, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 261 – 266, 2004.

ARAUJO, M.C.; VALENTI, W. C. Efeito de baixas salinidades sobre larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae) submetidas à inanição. **Magistra**, v. 22, n. 3, p. 191-197, 2010.

BALASSUNDARAM, K.; PANDIAN, J. T. Egg Loss during Incubation in *Macrobrachium nobilii*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** v. 59, p. 289-299, 1982.

BARROS, M. P. Dados biológicos sobre *Macrobrachium offersi* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) da praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. **Biociências**, v. 3, n. 2, p. 239-252, 1995.

BARROS-ALVES, S. P. *et al.* Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 3, p. 266-275, 2012.

BAS, C. C.; SPIVAK, E. D. Effect of salinity on embryos of two southwestern atlantic estuarine grapsidae crab species culture in vitro. **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 20, n. 4, p. 647-656, 2000.

BECK, J. T.; COWELL, B. C. Life history and ecology of the freshwater caridean shrimp, *Palaemonetes paludosus* (Gibbes). **American Midland Naturalist**, v. 96, p. 52-65. 1976.

BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L. O ciclo reprodutivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 473-483, 1982.

BORGES, M. S. **Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude de Público de Rômulo Campos, Itiúba – Bahia.** 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

BOTELHO, E. R. O.; SANTOS, M. C. F.; SOUZA, J. R. B. Aspectos populacionais do Guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco – Brasil). **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 9, n. 1, p. 123-146, 2001.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 968 p. 2007.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Universidade, 503 p. 1999.

BUENO, S. L. S. **Desenvolvimento larval de *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) e *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae).** 1981. 107 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

CARVALHO, H. A. **Ciclo sexual de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda): Relações com fatores abióticos e ciclo de**

intermudas. 1978. 199 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

CARVALHO, H. A. *et al.* Sobre a biologia do pitu *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) em populações naturais da ilha de Itaparica. **Universitas**, Salvador, v. 24, p. 25–45, 1979.

CARVALHO, H. A; PEREIRA, M. C. Descrição dos estádios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE) durante o ciclo reprodutivo. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 10, p. 1353-1359, 1981.

CHALUPE, V. C.; LEME, M. H. A. Taxa de perda de ovos de *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) da Reserva Florestal do Palmital, Serra da Mantiqueira, SP. In **Anais do X Congresso de Ecologia do Brasil**, 2011. São Lourenço. v. único, p. 1-2. 2011.

CHANG, C. F.; SHIH, T. W. Productive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 27, n. 1, p. 11-20. 1995.

CHARNIAUX-COTTON, H. Experimental studies of reproduction in malacostraca crustaceans. **Description of vitellogenesis and of its endocrine control.** In: Clark, W. H. and T. S. Adams, eds., "Advances in invertebrate reproduction" 1:177-186, Elsevier, North Holland, 1980.

CLARKE, A.; HOPKINS, C. C. E.; NILSSEN, E. M. Egg size and reproductive output in the deep-water prawn *Pandalus borealis* Kroyer, 1938. **Functional Ecology**, Oxford, v. 5, p. 724-730, 1991.

CLARKE, A. Reproduction in the cold: Thorson revisited. **Invertebrate Reproduction and Development**, Rehovet, v. 22, p. 175-184, 1992.

CLARKE, A. Reproductive trade-offs in caridean shrimps. **Functional Ecology**, Oxford, v. 7, p. 411-419, 1993.

COLLINS, P. A. A new distribution record for *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) in Argentina (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**. Leiden, v. 73, n. 9, p. 1167-1169, 2000.

DARNELL, R. M. Analysis of a population of the tropical freshwater shrimp, *Atya scabra* (Leach). **American Midland Naturalist**, v. 55, n. 1, p. 131-138, 1956.

DE GRAVE, S. *et al.* A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology**, n. 21, p. 1–109, 2009.

DE GRAVE, S.; FRANSEN, C. H. J. M. Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). **Zoologische Mededelingen**, v. 89, n. 5, p. 195-589, 2011.

DIAZ, H.; CONDE, J. E. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, v. 45, p. 148-163, 1989.

DICK, J. T.; FALON, S. E.; ELWOOD, R. W. Active brood care in an amphipod: Influences of embryonic development, temperature and oxygen. **Animal Behaviour**, v. 4, p. 663 – 672, 1998.

FIELDER, D. R. The larval development of *Macrobrachium australiense* Holthuis, 1950 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. **Crustaceana**, Leiden, v. 18, n. 1, p. 60-74, 1970.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. 1. ed. Fortaleza, Expressão gráfica, 464p. 2011.

FRANSOZO, A. *et al.* Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortamann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. **Nauplius**, v. 12, n. 2, p. 119-126, 2004.

FREIRE, J. L.; MARQUES, C. B.; SILVA, B. B. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil.

Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 16, n. 2, p. 65-76, 2012.

GALVÃO, R.; BUENO, S. L. S. Population structure and reproductive biology of the Camacuto shrimp, *Atya scabra* (Leach, 1815) (Decapoda, Caridea, Atyidae), from São Sebastião, Brazil. **Crustacean Issues**, v. 12, p. 291-299, 2000.

GAMBA, A. L. Different egg – Associated and larval development characteristics of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) and *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan continental lagoon. **International Journal of Invertebrate Reproduction Development**, Amsterdam, v. 7, p. 135-142, 1984.

GAMBA, A. L. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 48, p. 19 – 26, 1997.

GARCÍA-DÁVILA, C. R. *et al.* Biología reproductiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1962) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em igarapés de terra firme da Amazônia Peruana. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 4, p. 653-664, 2000.

GEORGE, M. J. Genus *Macrobrachium* Bate, 1868. **Bulletin Central Marine Fisheries Research Institute**, Mandapam Camp, v. 14, p. 179-216, 1969.

GONÇALVES, R. S.; CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecologia populacional de *Aegla franciscana* (Crustacea, Decapoda, Anomura) em São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 1, p. 109-114, 2006.

HARTNOLL, R. G. Growth. In: BLISS, D.E. **The Biology of Crustacea**. 2. ed. New York: Academic Press Inc. p. 111 – 197, 1982.

HINES, A. H. Allometric constraints and variable of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, v. 69, p. 309 – 320, 1982.

HINES, A. H. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, v. 45, n. 2, p. 356-368, 1989.

LARA, L. R.; WEHRTMANN, I. S. Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America. **Journal of Crustacean Biology**, v. 29, n. 3, p. 343-349, 2009.

LARDIES, M. A.; WEHRTMANN, I. S. Aspects of the reproductive biology of *Petrolisthes laevigatus* (Guérin, 1835) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Part I: Reproductive output and chemical composition of eggs during embryonic development. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 43, n. 2, p. 121 – 135, 1996.

LIMA, E. A. C.; OSHIRO, Y. Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) do Rio Paraíba do Sul, RJ. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 22, n. 1, p. 67-77, 2000.

LOBÃO, V. L.; SAWAYA, P.; SANTOS, L. E. Influência da temperatura, precipitação pluviométrica e insolação na reprodução de *Macrobrachium holthuisi* (Genofre & Lobão, 1976). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 109-118, 1978.

LOBÃO, V. L.; VALENTI, W. C.; MELLO, J. T. C. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus*, (L.) do Rio Ribeira do Iguape. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 12, p. 1-8, 1985.

MAGALHÃES, C.; WALKER, I. Larval development and ecological distribution of central amazonian Palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). **Crustaceana**, v.55, n. 3, p. 279 -292, 1988.

MAGALHÃES, C. Abbreviated development of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Rio Solimões floodplain, Brazil, reared in the laboratory. **Nauplius**, Rio Grande, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2000.

MANTELATTO, F. L. M.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 43, p. 265-270, 1995.

MANTELATTO, F. L. M.; BARBOSA, L. R. Populations structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 17, no. 3, p. 245-255, 2005.

MAPA do Brasil. 1 mapa, color. Escala indeterminável. Disponível em: <<http://www.guiageo.com/brasil-mapa.htm>>. Acesso em: 12 maio 2013.

MASHIKO, K. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan). **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v.10, n. 2, p. 306 – 314, 1990.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Loyola, 429p. 2003.

MONTOYA, J. V. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). **Caribbean Journal of Science**, Mayaguez, v. 39, n. 1, p. 155 – 159, 2003.

MOSSOLIN, E. C.; BUENO, S. L. S. Reproductive Biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 22, n. 2, p. 367-376, 2002.

MÜLLER, Y. M. R.; CARPES, S. *Macrobrachium potiuna* (Müller): Aspectos do ciclo reprodutivo e sua relação com parâmetros ambientais (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 8, p. 23-30, 1991.

MÜLLER, Y. M. R. *et al.* Biologia dos Palaemonidae (Crustacea, Decapoda) da bacia hidrográfica de Rationes, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 629 - 636, 1999.

NAZARI, E. M.; MÜLLER, Y. M. R.; AMMAR, D. Embryonic development of *Palaemonetes argentinus* (Nobili, 1901) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. **Crustaceana**, v. 73, p. 143–152, 2000.

NAZARI, E. M. *et al.* Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 23, p. 862–868, 2003.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. *et al.* Fecundity of *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in Ubatuba (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, p. 547-553, 1992.

ODINETZ-COLLART, O. Strategie de reproduction *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Crustaceana**, v. 61, n. 3, 1991.

ODINETZ-COLLART, O.; RABELO, H. Variation in egg size of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 16, n. 4, p. 684-688, 1996.

O'DONOVAN, P.; ABRAHAM, M.; COHEN, D. The ovarian cycle during the intermoult in ovigerous *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v. 36, p. 347-358, 1984.

OH, C. W.; HARTNOLL, R. G. Size at sexual maturity, reproductive output and seasonal reproduction of *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. **Journal of Crustacean Biology**, v. 19, n. 2, p. 252-259, 1999.

PAIVA, M. P.; BARRETO, V. A. Notas sobre a biologia do camarão "Sossêgo", "*Macrobrachium jelskii*" (Miers, 1877) Chace & Holthuis, 1948, numa pequena bacia potamográfica do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 20, n. 2, p. 121-129, 1960.

PARKER, G. A. The evolution of sexual dimorphism in fish. **Journal of Fish Biology**, v. 41, n. 6, p. 1-20, 1992.

PARSONS, D. G.; TUKER, G. E., Fecundity of northern shrimp, *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda), in areas of northwest Atlantic. **Fishery Bulletin, (Dublin)**, v. 84, n. 3, p. 549-558, 1986.

PEREIRA, G.; GARCÍA, J. V. Larval development of *Macrobrachium reyesi* Pereira (Decapoda: Palaemonidae), with discussion on the origin of abbreviated development in Palaemonids. **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 15, n. 1, p. 117-133, 1995.

PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 102, n. 4, p. 426-437, 2012.

PINHEIRO, M. A. A.; HEBLING, N. J. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). In: W.C. Valenti (ed.), **Carcinicultura de água doce: tecnologia para produção de camarões**. FAPESP, São Paulo. IBAMA, Brasília, pp. 21 – 46, 1998.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. Reproductive dynamics of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), on the north coast of São Paulo State, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 22, n. 2, p. 416-428, 2002.

PINHEIRO, M. A. A.; HATTORI, G. Y. Embriologia do siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 571-583, 2002.

RABALAIS, N. N.; GORE, R. H. Abbreviated development in decapods. In: SCHRAM, F.R. **Crustacean issues: Larval growth**. 2.ed. Rotterdam: A.A. Balkema. p. 67-126, 1985.

RIBEIRO, K. **Aspectos estruturais do hepatopâncreas, desenvolvimento ovocitário e caracterização hormonal de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* durante as fases de maturação gonadal**. 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2006.

RICKLEFS, R. E. A.; MILLER, G. M. **Ecology**. New York, Saunders, 822p. 1999.

ROCHA, S. S. **Ocorrência e Biologia Reprodutiva de Crustáceos Decápodos de Água Doce das Bacias do rio Ribeira de Iguape e rios Costeiros Adjacentes, Estado de São Paulo**. 2002. 179 f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ROCHA, S. S. **Biologia reprodutiva, estrutura e dinâmica populacional e avaliação do grau de risco de extinção de *Aegla strinatii* Türkay, 1972 (Crustacea, Decapoda, Aeglidae)**. 2007. 143 f. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ROCHA, S. S. da; BUENO, S. L. de S. Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 1001–1010, 2004.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. Edward E. Ruppert, Richard S. Fox & Robert D. Barnes (Eds.). [revisão científica Antonio Carlos Marques, coordenador da tradução]. São Paulo: Roca, 1145p. 2005.

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à Pesca e piscicultura**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 129 p. 1978.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. *In: The biology of Crustacea. Environmental adaptations*. 179 - 270. Vernberg, F.J. & Vernberg, W.B. (eds.). New York. Academic Press, 383p. 1983.

SHAKUNTALA K., The relation between body size and number of eggs in the freshwater prawn, *Macrobrachium lamarrei* (H. Milne Edwards) (Decapoda, Caridea). **Crustaceana**, v. 33, p. 17-22, 1977.

SHIELDS, J. D.; OKAZAKI, R. K.; KURIS, A. M. Fecundity and reproductive potential of the yellow rock crab *Cancer anthonyi*. **Fishery Bulletin**, v. 89, p. 299 – 305, 1991.

SILVA, K. C. A. **Aspectos da bioecologia do camarão cascudo, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1962) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil**. 2002. 125 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência Animal) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

SILVA, J. C. da. **Biologia e ecologia dos camarões de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers 1778) (Crustacea: Caridea: Palaemonoidea) no rio grande, região de Planura, MG.** 2010. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2010.

SOARES, M. R. S. **Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na represa de Três Marias e no rio São Francisco, MG, Brasil.** 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SOARES, M. R. S. *et al.* Estrutura populacional de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na represa de Três Marias e no Rio São Francisco, MG, Brasil. In **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 2009. São Lourenço. v. único, p. 1-4. 2009.

SOUZA, G. D.; FONTOURA, N. F. Reprodução, longevidade e razão sexual de *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no arroio de Sapucaia, município de Gravataí, Rio Grande do Sul. **Nauplius**, v. 4, p. 49-60, 1996.

TADDEI, F. G. **Biologia populacional, reprodutiva e crescimento dos camarões palemonídeos *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1868) (Crustacea: Caridea) na região noroeste do Estado de São Paulo.** 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2006.

TAKINO, M. *et al.* Relações e fatores climáticos e abióticos e o período reprodutivo das populações de *Macrobrachium birai* Lobão, Melo & Fernandes e de *Macrobrachium petroni* Melo Lobão & Fernandes (Decapoda, Palaemonidae) do Rio Branco, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 67 – 80, 1989.

WEAR, R. G. Incubation in British decapod Crustacea, and the effects of temperature on the rate and success of embryonic development. **Journal of The Marine Biological Association of The United Kingdom**, v. 54, n. 3, p. 745 – 762, 1974.

WENNER, A. M. Sex Ratio as a Function of Size in Marine Crustacea. **The American Naturalist**, v. 106, n. 949, p. 321-350, 1972.

WENNER, A. M.; PAGE, H. M.; SIEGEL, P. R. Variation in size at onset of egg production, In: WENNER, A.M. **Factors in adult growth**. Rotterdam: A.A. Balkema, p. 149-163, 1985.

WILSON, M. F.; PIANKA, E. R. Sexual selection, sex ratio and mating system. **American Nature**, v. 97, p. 405-407, 1963.

VALENTI, W. C. **Cultivo de Camarões de água doce**. São Paulo: Nobel, 1989.

VALENTI, W. C.; MELLO, J. T. C.; LOBÃO, V. L. Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 349 – 355, 1987.

VALENTI, W. C.; MELLO, J. T. C.; LOBAO, V. L. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapodam, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.6, n. 1, p. 9-15, 1989.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento**. 1. ed. Programa Nacional de Zoologia (CNPq), Brasília, 106p. 1981.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA. 662p, 1996.