



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA  
E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS



**ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE  
*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)  
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) NO RESERVATÓRIO DA  
USINA HIDRELÉTRICA DE MIRANDA, RIO ARAGUARI, MG.**

**RAQUEL COSTA E SILVA**

**UBERLÂNDIA  
2014**

RAQUEL COSTA E SILVA

ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)  
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE MIRANDA,  
RIO ARAGUARI, MG.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

Co-orientador: Prof. Dr. Emerson Contreira Mossolin

UBERLÂNDIA  
FEVEREIRO - 2014

RAQUEL COSTA E SILVA

ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)  
(DECAPODA: PALAEMONIDAE) NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE MIRANDA,  
RIO ARAGUARI, MG.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Data: 25 de fevereiro de 2014

Profa. Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno - UFLA

Profa. Dra. Ariádine Cristine de Almeida - UFU

Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci  
UFU  
(Orientador)

Prof. Dr. Emerson Contreira Mossolin  
UFG  
(Co-orientador)

UBERLÂNDIA  
FEVEREIRO - 2014

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram para sua realização do começo ao fim, em especial meus queridos pais Arnaldo e Neide e ao meu amado irmão André, as maiores riquezas que Deus me concedeu...*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me abençoado e por ter me concebido a graça de viver. Agradeço também por ter permitido que eu finalizasse esta etapa tão importante para mim que quero aprender e me profissionalizar o máximo que puder. Sou eternamente grata ao Senhor pela vida ...

Ao Prof. Giuliano que me acompanha desde a graduação e que me concedeu esta oportunidade de avanço através do ingresso na pós-graduação, possibilitando o meu aprimoramento profissional. Obrigada pela confiança, paciência, orientação e dedicação ao longo de todos esses anos. Com certeza você foi um exemplo de competência para mim. Desejo-lhe tudo de melhor !

Ao Prof. Emerson que mesmo conhecendo há pouco tempo, me mostrou o grande profissional que é e demonstrou que possui muito conhecimento. Obrigada por ter cedido seu tempo para me ensinar e pelas discussões durante a realização deste trabalho, pois sem elas o resultado obtido não seria o mesmo.

Aos membros da banca, Profª. Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno, Profª. Dra. Ariádine Cristine de Almeida e Profª. Dra. Fernanda Helena Nogueira-Ferreira por participarem da avaliação do projeto e pelas sugestões que virão e ajudarão a melhorá-lo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa e pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A secretaria da Pós-graduação, Maria Angélica por toda a dedicação com os alunos.

A todo mundo que me cedeu um pouco de tempo para uma grande ajuda nas coletas, Gustavo, Danielle, Thaty, Bruna, Jésica e aos três últimos Giuliano, Filipinho e Danny que mesmo atolando na lama me ajudaram a coletar! Valeu galera por terem me acompanhado mesmo na chuva e na escuridão da represa.

A todos que me ajudaram com as análises estatísticas, Prof. Dr. Heraldo Vasconcelos, Jésica, Danny, Elmo, obrigada pela disponibilidade de vocês em me ajudar.

A toda minha família que acompanha meus estudos e me mostra a importância da união.

A meus pais e meu irmão que me deram carinho, que me compreenderam e que estão a meu lado todos os dias me incentivando a seguir em frente e ser uma pessoa melhor.

A minhas amigas Meire, Pati, Lauana, Nay, Danny, Jésica, Lilian e Laura que me proporcionam muita alegria e bons momentos.

**Meu muitíssimo obrigada a cada um de vocês, obrigada pela dedicação que tiveram comigo.**

## ÍNDICE

RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi

### INTRODUÇÃO

Apresentação e distribuição da espécie <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	1
Morfologia e biologia reprodutiva de <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	3
Estrutura e dinâmica populacional de <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	6
Importância econômica de <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	7
Justificativa .....	9
OBJETIVO .....	10

### MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo .....	11
Procedimentos de coleta .....	13
Tratamento das amostras .....	14
Análise dos dados .....	18

### RESULTADOS

Número de indivíduos capturados e razão sexual mensal .....	22
Características e relações morfométricas .....	24
Recrutamento e crescimento .....	27
Razão sexual por classes de tamanho .....	30
Período reprodutivo .....	30
Tamanho da primeira maturação .....	33
Fecundidade .....	34
Estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos .....	35
Variação do tamanho/volume do ovo durante o desenvolvimento embrionário .....	36
Relação entre o tamanho/volume dos ovos e o tamanho da fêmea .....	37

DISCUSSÃO .....	39
-----------------	----

CONCLUSÕES .....	57
------------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
----------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica do Reservatório de Miranda e do ponto de coleta determinado na área (adaptado de Vono et al., 2002).....	11
Figura 2: Usina Hidrelétrica de Miranda .....	12
Figura 3: Vista aérea da área de coleta no Reservatório da UHE Miranda, MG .....	13
Figura 4: Local de coleta na Represa de Miranda/MG .....	13
Figura 5 (A - B): Método para coleta de camarão utilizando peneira na Represa de Miranda/MG..	14
Figura 6: Desenho esquemático da característica de diferenciação sexual entre machos e fêmeas no camarão do gênero <i>Macrobrachium</i> .....	15
Figura 7: Medidas obtidas dos indivíduos de <i>M. amazonicum</i> : Comprimento Total (CT) e Comprimento da Carapaça (CC) .....	16
Figura 8: Ovos de fêmeas de <i>M. amazonicum</i> coletadas na Represa de Miranda – MG, em seus respectivos estágios de desenvolvimento: A - inicial (I); B - intermediário (II) e C - final (III).....	17
Figura 9: Indivíduo adulto de <i>M. amazonicum</i> coletado na Represa de Miranda, MG .....	21
Figura 10: Indivíduos juvenis de <i>M. amazonicum</i> coletados na Represa de Miranda, MG .....	21
Figura 11: Fêmea ovígera de <i>M. amazonicum</i> coletada na Represa de Miranda, MG .....	21
Figura 12: Relação entre o comprimento total e o comprimento da carapaça de machos (A) e fêmeas (B) de <i>M. amazonicum</i> na Represa de Miranda, MG .....	25
Figura 13: Relação entre o comprimento total e o comprimento da carapaça de machos e fêmeas (ANCOVA) indica diferença morfométrica significativa entre os sexos .....	26
Figura 14: Distribuição da frequência de machos e fêmeas de <i>M. amazonicum</i> nas classes de comprimento da carapaça .....	27

Figura 15: Distribuição da frequência relativa de indivíduos de *Macrobrachium amazonicum* nas classes de comprimento da carapaça coletados de abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais (O mês de maio/12 foi excluído, pois a espécie não foi encontrada). Eixo x = Classes de comprimento da carapaça (mm); Eixo y = Frequência relativa (%). Número total de indivíduos utilizados nos 13 histogramas: 2423..... 29

Figura 16: Frequência relativa de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas coletadas mensalmente entre abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais..... 31

Figura 17: Frequência relativa de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* de acordo com a pluviosidade, durante o período de abril/12 a março/13 ..... 32

Figura 18: Frequência relativa de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* de acordo com a temperatura da água, durante o período de julho/12 a abril/13 ..... 32

Figura 19: Frequência relativa de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas, por classes de tamanho, coletadas entre abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais..... 33

Figura 20: Relação entre o número de ovos e o comprimento da carapaça de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* amostradas na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13. Na equação: F = fecundidade e CC = comprimento da carapaça..... 35

Figura 21: Frequência relativa (%) de ovos obtidos mensalmente relacionados com seus respectivos estágios de desenvolvimento embrionário: 1- inicial; 2- intermediário e 3- final ..... 36

Figura 22: Relação entre o volume médio dos ovos em seus três estágios de desenvolvimento e o tamanho das fêmeas de *M. amazonicum* coletadas na Represa de Miranda, MG no período de abril/12 a maio/13 ..... 38

Figura 23: Relação entre o tamanho médio dos ovos em seus três estágios de desenvolvimento e o tamanho das fêmeas de *M. amazonicum* coletadas na Represa de Miranda, MG no período de abril/12 a maio/13 ..... 38

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Número total de exemplares de <i>M. amazonicum</i> analisados (MJ - machos juvenis; MA - machos adultos; FJ - fêmeas juvenis; FNO - fêmeas adultas não-ovígeras; FO - fêmeas ovígeras).....	23
Tabela 2: Número de machos juvenis e adultos (M) e fêmeas juvenis, adultas não ovígeras e ovígeras (F), razão sexual (M:F), Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e probabilidade de significância por mês ( $p$ ) de indivíduos amostrados na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13.....	23
Tabela 3: Número de indivíduos (N), tamanho mínimo (Mín), máximo (Máx), média e desvio padrão (DP) do comprimento da carapaça de exemplares amostrados na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13 .....	24
Tabela 4: Equações de regressão para a relação CT = comprimento total (mm) e CC = comprimento da carapaça (mm) para os sexos. N = nº de exemplares, Y = variável dependente (CC), X = variável independente (CT), a = interseção da reta em y, b = inclinação da reta e coeficiente de alometria, r <sup>2</sup> = coeficiente de determinação, F= valor de F encontrado pela ANOVA .....	26
Tabela 5: Número de machos juvenis e adultos (M) e fêmeas juvenis, adultas não ovígeras e ovígeras (F), razão sexual (M:F), Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e probabilidade de significância por classes de tamanho ( $p$ ) de indivíduos amostrados na Represa de Miranda – MG, durante o período de abril/12 a maio/13 .....	30
Tabela 6: Fecundidade total e fecundidade média de fêmeas de <i>M. amazonicum</i> em cada mês, de abril/12 a maio/13. ( - ) indica ausência de fêmeas ovígeras no mês ou de fêmeas com ovos no estágio inicial .....	34
Tabela 7: Medidas dos ovos de <i>M. amazonicum</i> em três estágios de desenvolvimento embrionário (I, II, III). Média $\pm$ DP (n = 300), os números entre parênteses são os menores e maiores valores encontrados .....	37

## RESUMO

Silva, Raquel C. 2014. Ecologia populacional e reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Miranda, Rio Araguari, MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 84 p.

O camarão palemonídeo *Macrobrachium amazonicum* é amplamente distribuído em rios costeiros, estuários e águas interiores da América do Sul, apesar disso, pouco se conhece sobre sua biologia em ambiente natural. Além disso, há uma escassez de estudos relacionados a essa espécie em rios e reservatórios no estado de Minas Gerais. Considerando isso, o presente estudo objetivou analisar os aspectos da ecologia populacional e reprodutiva de *M. amazonicum*. As coletas foram realizadas mensalmente de abril/12 a maio/13 (exceto em maio/12) no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Miranda situada no Rio Araguari - MG ( $19^{\circ} 03' 13,0''$  S /  $047^{\circ} 59' 25,5''$  O), utilizando peneiras. A temperatura da água foi obtida em cada coleta. Dados referentes à precipitação foram obtidos no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da UFU. Os espécimes coletados foram identificados, sexados e mensurados. Para a determinação da fecundidade, depois de removida a massa ovígera, os ovos foram contados sob um microscópio estereoscópico. O tamanho e volume dos ovos foram determinados para os três estágios de desenvolvimento. Um total de 2584 espécimes foi analisado, correspondendo a 1668 fêmeas (1417 juvenis, 149 adultas não ovígeras e 102 ovígeras), 755 machos (745 juvenis e 10 adultos) e 161 camarões sexualmente indiferenciados. A razão sexual diferiu significativamente a favor das fêmeas e estas foram estatisticamente maiores que os machos. A distribuição de frequência em classes de tamanho dos espécimes revelou um padrão de distribuição unimodal, com picos de ocorrência na classe 4,0 - 4,9 mm para os machos e na classe 3,0 - 3,9 mm para as fêmeas. O tamanho de primeira maturação (comprimento da carapaça) para ambos os性os resultou em 6,3mm. A reprodução em *M. amazonicum* foi do tipo contínua com um aumento gradativo entre abril e junho/12. Não foi observada relação entre a frequência de fêmeas ovígeras e as variáveis ambientais. A fecundidade mostrou uma relação linear com o comprimento da carapaça e o número de ovos variou de 33 a 389 ovos/fêmea, totalizando 11.775 ovos. O recrutamento foi contínuo com um aumento gradativo nos meses de novembro e dezembro/12, além de abril e maio/13. Ocorreu um aumento do tamanho/volume dos ovos do estágio inicial para o estágio final de desenvolvimento embrionário. Fêmeas ovígeras produziram ovos no mesmo estágio de desenvolvimento de mesmo tamanho e volume independente de seu tamanho corporal. Nossos resultados demonstraram maior similaridade com outras populações continentais de *M. amazonicum* do que estuarinas, evidenciando a influência do ambiente sobre a história de vida dos indivíduos. Este estudo também é uma contribuição sobre a biologia de *M. amazonicum* em ambiente natural, além de ser um dos poucos já realizados em Minas Gerais sobre essa espécie de grande importância ecológica.

**Palavras-chave:** Crustáceos decápodes, gênero *Macrobrachium*, dinâmica populacional, biologia reprodutiva

## ABSTRACT

Silva, Raquel C. 2014. Population and reproductive ecology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in Miranda Hydroelectric Reservoir, Araguari River, MG. MSc.thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU. Uberlândia-MG. 84 p.

The palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* is widely distributed in coastal rivers, estuaries and inland waters of South America, despite this, little is known regarding its biology in the natural environment. Furthermore, there is a scarcity of studies related to this species in rivers and reservoirs in the State of Minas Gerais. Considering this, the present study aimed to analyze aspects of population and reproductive ecology of *M. amazonicum*. Sampling was carried out monthly from April/12 to May/13 (except in May/12) in Miranda Hydroelectric Reservoir situated at Araguari River - MG ( $19^{\circ} 03' 13,0''$  S /  $047^{\circ} 59' 25,5''$  W), using hand sieves. The water temperature was measured in each sampling. Data referring to rainfall were obtained from the Laboratory of Climatology and Hydric Resources of the Institute of Geography at UFU. The sampled specimens were identified, sexed and measured. For the determination of fecundity, after removing the egg mass, the eggs were counted under a stereoscopic microscope. Size and volume of eggs were determined for the three stages of development. A total of 2584 specimens were analyzed, corresponding to 1668 females (1417 juveniles, 149 adults non-ovigerous and 102 ovigerous), 755 males (745 juveniles and 10 adults) and 161 sexually undifferentiated shrimps. The sex ratio differed significantly in favor of females and they were statistically larger than males. The length-frequency distribution of the specimens revealed an unimodal pattern, with peaks of occurrence in 4.0 – 4.9 mm class for males and 3.0 – 3.9 mm class for females. First maturation length (carapace length) for both sexes resulted in 6.3 mm. Reproduction in *M. amazonicum* was continuous with a gradual increase from April to June/12. No significant relationship between the frequency of ovigerous females and the environmental variables was observed. The fecundity showed a positive linear relation with the carapace length and the number of eggs varied from 33 to 389 eggs/female, totaling 11.775 eggs. Recruitment was continuous with a gradual increase during the months of November and December/12, besides April and May/13. There was an increase in the size/volume of eggs from early to late embryonic stage. Ovigerous females produced eggs at the same development stage with the same size and volume regardless of their body size. Our results demonstrated higher similarity to other continental *M. amazonicum* populations than from estuarine ones, showing the environment influence in the life-history of individuals. This study is also a contribution to the biology of *M. amazonicum* in natural environment, in addition to being one of the few already carried out in Minas Gerais on this species of great ecological importance.

**Keywords:** Decapod Crustacean, genus *Macrobrachium*, population dynamics, reproductive biology

## INTRODUÇÃO

### Apresentação e distribuição da espécie *Macrobrachium amazonicum*

As comunidades de invertebrados que vivem em ambientes aquáticos são consideradas de extrema importância para o processamento da matéria orgânica, tornando-a fundamental para a dinâmica de nutrientes, através da transformação da mesma e consequente manutenção do fluxo de energia (Esteves, 1998; Gonçalves & Aranha, 2004). Os crustáceos decápodos estão inseridos nessas comunidades e são considerados elementos de destaque na biota aquática. Por exemplo, em habitats dulcícolas, existe uma zonação da fauna desses crustáceos relacionada a características ambientais como a temperatura da água, a velocidade da corrente, o tipo de substrato dominante, a profundidade do corpo d'água e a estabilidade do ambiente, além de uma relação destes com a disponibilidade de recursos existentes no meio como detritos orgânicos, fitoplâncton e zooplâncton, que são explorados pelas diferentes espécies de crustáceos decápodos ao longo de suas fases de vida (Bond-Buckup & Buckup, 1989; Teixeira & Sá, 1998; Müller et al., 1999).

Todas essas características influenciam no modo como esses organismos se distribuem no meio, constituindo-se componentes essenciais da cadeia trófica (Magalhães, 2003). Representando um pouco mais de um quarto de todos os crustáceos conhecidos (de Grave et al., 2008), os decápodes são um grupo influente tanto pelo aspecto ecológico, pois formam um elo importante entre produtores e consumidores de níveis tróficos superiores (Albertoni et al., 2003a,b), já que atuam na cadeia como predadores, detritívoros e presas (Porto, 1998), quanto pelo aspecto econômico e social, principalmente para comunidades ribeirinhas que os utilizam como fonte de renda e alimentação (Valenti et al., 1989).

Os camarões estão entre os representantes da ordem Decapoda Latreille, 1802. Atualmente, são registradas em águas brasileiras 35 espécies distribuídas em 4 famílias (Atyidae, Euryrhynchidae, Palaemonidae e Sergestidae) de camarões de água doce, com ocorrência em praticamente todos os estados do país (Melo, 2003a; Pileggi & Mantelatto, 2012).

Palaemonidae Rafinesque, 1815 é a família com maior número de representantes compreendendo cerca de 116 gêneros e 900 espécies, isto é, mais de 25% do número total conhecido de representantes da infraordem Caridea, da qual os palemonídeos fazem parte e que possui a segunda maior diversidade na ordem Decapoda (Anger, 2013).

O gênero mais representativo desta família é *Macrobrachium* (Bate, 1868). Suas espécies possuem uma distribuição mundial em águas tropicais, mas nenhuma ocorrência em águas frias nas altas latitudes (Bauer, 2004; Murphy & Austin, 2005; Wowor et al., 2009). A maioria das espécies vivem no sul, sudeste e leste da Ásia, bem como na Austrália (Jayachandran, 2001; Murphy & Austin, 2005; de Grave et al., 2008; Chen et al., 2009). Outras ocorrem ao longo da costa oeste

Africana (Holthuis, 1951) e nas Américas (Holthuis, 1952; Pereira, 1997; Magalhães & Pereira, 2007). Os camarões deste gênero evoluíram de um ancestral comum que migrou para águas continentais (Jalihal et al., 1993). Estes se tornaram invasores altamente bem-sucedidos em ecossistemas estuarinos e de água doce (Jalihal et al., 1993; Freire et al., 2003; Bauer, 2004; Augusto et al., 2009; Anger, 2013), originando as 243 espécies que atualmente são conhecidas (de Grave & Franssen, 2011).

Nas Américas, são registradas 57 espécies do gênero *Macrobrachium* (Anger, 2013), das quais 17 ocorrem no Brasil (Mantelatto et al., 2008; Pileggi & Mantelatto, 2010, 2012). Na América do Sul, o gênero apresenta uma larga distribuição nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas e Paraguai. Sua localidade típica é a bacia central do rio Amazonas na região de Manaus, onde é mais abundante em águas claras, ricas em sedimento e sais dissolvidos (Odinetz-Collart & Moreira, 1993). De acordo com Anger (2013), é provável que muitas outras espécies ainda não tenham sido identificadas, tornando muito maior o número real de espécies neotropicais de *Macrobrachium*. García-Pérez & Villamizar (2009) afirmam que novas descobertas são possíveis principalmente em áreas de floresta tropical no interior da América do Sul, onde corpos d'água como riachos, córregos e lagoas são praticamente inexplorados.

A espécie *Macrobrachium amazonicum* é uma das mais difundidas em corpos de água da região Neotropical (Pileggi & Mantelatto, 2010; Vergamini et al., 2011) e é endêmica da América do Sul, ocorrendo na Venezuela, Colômbia, Suriname, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Bolívia, Paraguai, Equador, Argentina e Brasil. Sua distribuição inclui todas as principais bacias hidrográficas da América do Sul, incluindo as do Orinoco, Amazonas, Araguaia-Tocantins, São Francisco, Paraná e Paraguai, bem como nos rios menores ao longo do Atlântico Sul, nas costas norte e nordeste do Brasil (Holthuis, 1952; Pettovello, 1996; Bialetzki et al., 1997; Magalhães, 2000; Melo, 2003b; Valencia & Campos, 2007; Vergamini et al., 2011; Pileggi et al., 2013).

De acordo com os novos registros feitos por Pileggi et al. (2013), a espécie *M. amazonicum* ocorre nos seguintes estados brasileiros: Acre, Roraima, Rondônia, Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Os autores enfatizam que os novos dados no Brasil expandem a ocorrência da espécie em diversas áreas de sua distribuição já conhecida, em particular em sub-bacias da Bacia do Rio Amazonas, em áreas do Pantanal Mato-Grossense, além de Minas Gerais.

Considera-se que a ocorrência de *M. amazonicum* em reservatórios e rios nos estados do nordeste, sudeste e sul do Brasil, seja devido a vários fatores como a introdução antropogênica (Magalhães et al., 2005; Vergamini et al., 2011), seja accidental ou para a aquicultura (Coelho, 1963; Pinto, 1977; Magalhães et al., 2005). Esta espécie foi introduzida no nordeste do Brasil na década

de 1940 em várias barragens da região, com o objetivo de atender um programa de pesca e piscicultura que a tornou uma espécie forrageira para peixes carnívoros (Paiva & Campos, 1995). No sudeste, *M. amazonicum* pode ter sido introduzido no estado de São Paulo entre 1963 e 1977 durante a implantação de uma determinada espécie de peixe trazida de reservatórios do nordeste (Torloni et al., 1993), ou através do transporte accidental de populações que ocorrem no Pantanal, juntamente com peixes capturados para estocar lagos utilizados para a pesca esportiva. No sul, o motivo para que *M. amazonicum* possa ter se estabelecido na região do Alto Rio Paraná foi a inundação de uma importante barreira geográfica situada no município de Guaíra, no estado do Paraná, que foi destruída após o enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu no ano de 1982 (Magalhães et al., 2005).

Em várias regiões do Brasil, esta espécie é popularmente conhecida como “camarão-sossego” ou “camarão-canela” (Valenti, 1985), além de camarão-da-amazônia, pela grande ocorrência de capturas em rios da Bacia Amazônica. No Estado do Pará, em particular, é conhecida como “camarão-cascudo” ou “camarão regional” (Moraes-Riodades et al., 1999).

### **Morfologia e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum***

De acordo com Melo (2003a), a espécie *M. amazonicum* caracteriza-se por apresentar rostro longo e delgado com margem superior provida de nove a doze dentes e margem inferior com oito a dez dentes distribuídos irregularmente. A carapaça e o abdômen são lisos e transparentes e o telson termina em uma extremidade aguda com dois pares de espinhos na margem posterior. O segundo par de pereópodos é mais comprido e os machos adultos apresentam mero, carpo e própode cobertos por espínulos curtos, os quais nas fêmeas estão ausentes.

Sabe-se da existência de pelo menos dois tipos diferentes de populações de *M. amazonicum*: aquelas que vivem em regiões costeiras, as quais habitam rios de estuário e dependem da água salobra para completar seu ciclo de vida e as populações continentais, que vivem em rios, lagos e outros corpos d’água sem contato com o litoral (Moraes-Valenti & Valenti, 2010). Um terceiro grupo pode viver nas Amazônias Central e Oriental (Porto, 2004), no entanto, é possível que haja fluxo gênico entre este grupo e o primeiro com ocorrência em regiões costeiras (dos Santos et al., 2013). Em consequência, devem ocorrer variações entre populações, no que diz respeito às características ecológicas, comportamentais e de histórias de vida (Hayd & Anger, 2013), além das características fisiológicas e morfológicas, que são necessárias para a adaptação nos diferentes habitats (água doce ou salobra), principalmente no que se refere à capacidade osmorregulatória nos diferentes estágios de vida desta espécie (Charmantier & Anger, 2011; Boudour-Boucheker et al., 2013).

Foi constatado, por exemplo, que o fato de populações habitarem diferentes regiões geográficas tem desencadeado variações biológicas (Maciel & Valenti, 2009; Pantaleão et al., 2011; Vergamini et al., 2011), tais como adaptações reprodutivas, em especial as que foram observadas em espécies pertencentes ao gênero *Macrobrachium* que se adaptaram ao ambiente límrico. As adequações à água doce constatadas incluem fêmeas com menor fecundidade, produção de ovos maiores e com maior quantidade de vitelo, larvas maiores com hábito bentônico e um desenvolvimento larval abreviado em termos de duração e de estágios (2-3 estágios), além de adultos de tamanho menor (Rabalais & Gore, 1985; Anger, 2001; Bauer, 2011). Esta abreviação da fase larval está associada com a heterocronia, ou seja, ocorre uma variação no tempo do aparecimento de uma característica morfológica de um grupo descendente quando se compara com o aparecimento dessa característica no grupo antepassado. No caso de *Macrobrachium*, ocorre um desenvolvimento precoce das antenas e dos apêndices locomotores e de natação (Anger, 2013).

No entanto, a espécie *M. amazonicum* é uma exceção notável, pois possui um desenvolvimento larval estendido em água doce (9 a 11 estágios) (Guest, 1979; Magalhães, 1985; Walsh, 1993). Aliás, para Anger (2013), o caso mais espetacular de invasões límnicas por espécies costeiras de *Macrobrachium* é o caso de *M. amazonicum*. O autor também ressalta que tal caso de desenvolvimento estendido em ambiente límrico, tem sido interpretado como uma indicação recente de transição evolutiva de habitats costeiros para continentais. Zanders & Rodríguez (1992) mostraram que as larvas de *M. amazonicum* parecem ter mais sensibilidade aos parâmetros ambientais como temperatura e salinidade do que os adultos, o que também os levou a sugerir que esta espécie ainda está passando pela transição do ambiente salino para o de água doce.

De acordo com autores como Maciel & Valenti (2009) e Meireles et al. (2013), *M. amazonicum* apresenta uma ampla plasticidade fenotípica, provavelmente em resposta às várias condições ambientais que a espécie enfrenta, tornando-a assim, bastante suscetível à ocupar diferentes habitats e garantindo sua flexibilidade ecológica. Por exemplo, suas estratégias reprodutivas, o tamanho dos ovos, o desenvolvimento larval, a taxa de crescimento, a razão sexual e a estrutura populacional são fortemente dependentes do local. Os principais fatores que irão influenciar essas características são as particularidades hidrológicas e geográficas do meio como as chuvas e inundações, o fluxo de água, a temperatura e a distância da água salobra, bem como a competição intra-específica. Em habitats continentais, a fecundidade provavelmente é influenciada pela disponibilidade de nutrientes e sais dissolvidos, sendo que o tamanho dos ovos varia de acordo com a distância do local de reprodução do mar. De acordo com Odinetz-Collart & Rabelo (1996), o tamanho do ovo aumenta a medida que a distância do mar também aumenta.

Além da relação com fatores ambientais, o número de ovos também é proporcional ao tamanho do corpo da fêmea (Lobão et al., 1986; Scaico, 1992; Odinetz-Collart et al., 1997; da Silva

et al., 2004), ao comprimento e volume do abdômen (Corey & Reid, 1991), ao comprimento dos pleópodos, à taxa de mortalidade dos ovos (Annala, 1991), além da idade da fêmea (Sastry, 1983). No que se refere à fecundidade, há uma grande variação entre as populações. Para exemplificar, Maciel & Valenti (2009) relatam que a fecundidade máxima de populações de *M. amazonicum* capturadas na bacia dos rios Paraná-Paraguai não é maior que 500 ovos/fêmea e que as populações do nordeste do Pará (Bacias do Araguaia-Tocantins e do Atlântico Sul) podem atingir de 3.000 a 5.700 ovos/fêmea. Ribeiro et al. (2012) relatam que as fêmeas bem nutridas podem produzir de 6.000 a 7.000 ovos em tanques de aquicultura. A fecundidade de *M. amazonicum* é relativamente menor em comparação às demais espécies sul-americanas do mesmo gênero como *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Valenti et al., 1989) e *M. carcinus* (Linnaeus, 1758) (Lobão et al., 1985).

As populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por terem uma atividade reprodutiva contínua, podendo haver fêmeas ovígeras durante todos os meses do ano (Odinetz-Collart, 1993; Bialetzki et al., 1997; Sampaio et al., 2007). Além disso, há autores que observaram picos reprodutivos nos períodos chuvosos (Odinetz-Collart, 1993; Silva et al., 2005; Bentes et al., 2011). O ciclo de vida de *M. amazonicum* é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adulto. No período reprodutivo, a fêmea sofre uma muda pré-cópula e em seguida, o macho deposita o espermatóforo em sua região abdominal. Posteriormente, a fêmea exterioriza os óvulos, que são fecundados ao passar pela massa de espermatozoides. Os ovos então formados, ficam aderidos aos pleópodes no abdômen da fêmea, tendo o período de incubação a duração de 12 a 18 dias (Guest, 1979; Gamba, 1984; Magalhães, 1985). Inicialmente os ovos possuem uma cor verde escura, mas mudam de coloração e forma até eclodirem (Rego et al., 2004).

A larva eclodida denominada zoea, possui hábito planctônico e vive em águas abertas ou entre macrófitas aquáticas, gramíneas submersas e galhos de árvores nas profundidades de 0 a 2 metros, passando por todos os estágios larvais durante o período de um mês (Moreira & Odinetz - Collart, 1993; Bialetzki et al., 1997). É possível observar mudanças na morfologia e no tamanho entre os estágios sucessivos, sendo estes controlados por eventos de muda. Após todos os estágios, a larva sofre a metamorfose, um processo de rápida mudança morfológica acompanhada de mudanças comportamentais, ecológicas e fisiológicas. Após a metamorfose, os animais são denominados juvenis ou pós-larvas (Anger, 2001).

Os juvenis nadam perto da superfície da água (Bialetzki et al., 1997) e podem se estabelecer nos substratos horizontal e vertical. Já os adultos são bentônicos e se associam aos substratos inundados como troncos de árvores e folhas que ficam permanentemente submersos ou cobertos por água na época das chuvas (Magalhães, 2000, 2001; Montoya, 2003; Magalhães et al., 2005). No que se refere à alimentação, Maciel & Valenti (2009) presumem que as larvas de *M. amazonicum* sejam predadoras carnívoras que se alimentam de zooplâncton, além disso, para Odinetz-Collart (1993) as

larvas também se alimentam de fitoplâncton, que é abundante em águas claras. Já os juvenis e adultos são onívoros e provavelmente oportunistas (Maciel & Valenti, 2009).

### **Estrutura e dinâmica populacional de *Macrobrachium amazonicum***

As populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por apresentarem uma grande variabilidade no tamanho. Em 1987, Odinetz-Collart observou um comprimento total médio de 60 mm e um máximo de 132 mm para indivíduos de *M. amazonicum* no baixo rio Tocantins, enquanto no lago da represa de Tucuruí, o comprimento médio das populações foi de 55 mm sendo que o maior indivíduo possuía somente 80 mm. Na Amazônia Central, Odinetz-Collart & Moreira (1993) encontraram camarões com 106 mm de comprimento total em média no rio Amazonas, enquanto os da várzea possuíam em média apenas 60 mm. De acordo com Odinetz-Collart (1993), em geral, os camarões capturados em águas correntes dos grandes rios possuem comprimentos maiores do que os coletados em águas mais calmas dos lagos de várzea e das represas, provavelmente devido ao efeito aparente do fluxo do rio sobre o desenvolvimento dos animais. Em todos os habitats estudados pelos autores anteriormente mencionados, as fêmeas eram sempre maiores que os machos. Já Maciel & Valenti (2009) afirmam que as fêmeas são normalmente menores do que os machos.

A maturação sexual do camarão-da-amazônia ocorre quando os animais atingem em média entre 4,5 e 6,0 cm de comprimento total (Guest, 1979; Moraes-Riodades & Valenti, 2002; Silva & Sampaio, 2004; Silva et al., 2005; Sampaio et al., 2007). Azevedo (2004) estimou que o tamanho médio da primeira maturação das fêmeas da Ilha do Combú (PA) seria de 7 cm de comprimento total do corpo. Depois de maduros sexualmente, os machos podem diferenciar-se em quatro morfotipos, sendo que cada um deles representa um estágio diferente de crescimento e varia de acordo com a cor e o comprimento do quelípodo. Dessa forma, eles são classificados em “Translucent Claw” (TC), “Cinnamon Claw” (CC), “Green Claw 1” (GC1) e “Green Claw 2” (GC2), sendo os quelípodos translúcidos em TC, cor de canela em CC, verdes e maiores em GC1 e GC2. Os dois primeiros morfotipos apresentam poucos espinhos, enquanto os últimos possuem espinhos longos e robustos (Moraes-Riodades & Valenti, 2004). Em populações que habitam áreas isoladas da costa, os camarões tendem a possuir uma maturação sexual precoce (Odinetz-Collart, 1991a, b).

Trabalhos sobre a biologia de *Macrobrachium amazonicum* revelam uma predominância de fêmeas na população (Odinetz-Collart, 1987, 1988, 1991b, 1993; Azevedo, 2004; Silva et al., 2005; Silva, 2006; Sampaio et al., 2007). No período reprodutivo, as fêmeas chegam a representar até

85% da população (Odinetz-Collart, 1987). Porém, em trabalhos realizados no município de Vigia - Pará, Silva et al. (2002a,b) observaram uma predominância de machos nas populações.

### **Importância econômica de *Macrobrachium amazonicum***

A carcinicultura de água doce é uma das principais atividades que contribuem com a aquicultura global, tanto em termos de quantidade, pelo crescimento em ritmo exponencial da produção mundial de camarões de água doce, quanto em termos de valor, já que movimenta bilhões de dólares por ano (New, 2000).

De acordo com as estatísticas de pesca e aquicultura da FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007), foram produzidas cerca de 240.000 toneladas de camarões de água doce no ano de 2000 e 410.000 t em 2005. Já no ano de 2010, a produção mundial ultrapassou 470.000 t (FAO, 2010).

Essa expansão na produtividade de camarões de água doce é devida principalmente, ao desenvolvimento da tecnologia e à estabilidade dos sistemas de produção (Valenti & Tidwell, 2006). A carcinicultura de água doce possui várias vantagens como: lucratividade tanto para pequenos produtores que utilizam mão-de-obra familiar quanto para os maiores, demanda para a exportação, utilidade em criações com poli-cultivo e de sistemas integrados e o fato de poder ser realizada longe das regiões costeiras, ajudando a preservar os mangues (New, 2010). Assim, a atividade se torna uma forma lucrativa de produzir crustáceos com ganhos sociais e de baixo impacto ambiental (Valenti & Moraes-Riodades, 2004; New et al., 2010). Além disso, apesar dos camarões de água doce ocuparem posição inferior na produção mundial em relação aos marinhos, eles possuem vantagens por terem maior resistência a doenças, maturação e larvicultura mais simples e independência da água salgada na fase de crescimento (New, 1995; Valenti, 1996; New, 2000).

No Brasil, as pesquisas com as espécies nativas de camarões de água doce com potencial para a aquicultura começaram no início da década de 70, porém foram interrompidas em 1977 devido à importação de *M. rosenbergii* (de Man), uma espécie exótica que chegou ao país com tecnologias de cultivo bem desenvolvidas em comparação com outras espécies (Valenti, 1993). Atualmente, esta é a única espécie de camarão de água doce cultivada comercialmente. O cultivo é realizado em pequenas propriedades distribuídas em 15 estados brasileiros, sendo o Espírito Santo o principal produtor (Marques & Moraes-Valenti, 2012). Por estar baseada em uma espécie exótica, a criação de camarões em ambientes límnicos no Brasil pode sofrer ameaças, o que ocasionaria um colapso no setor produtivo. Sabe-se que o escape de espécies exóticas cultivadas, tem sido responsável por vários problemas ambientais, tais como a predação e competição em relação às

espécies nativas, alterações de habitats e disseminação de patógenos (Bridger & Garber, 2002; Myrick, 2002).

Dentre as espécies nativas, *M. amazonicum* é a que mais tem gerado interesse e é preferencialmente a mais recomendada para o cultivo no Brasil (New, 2005). Por ser encontrada praticamente em quase todo o território nacional, seu cultivo não oferece riscos de introdução de espécies exóticas na natureza por escape de viveiros de aquicultura. Além disso, essa espécie apresenta características importantes que indicam seu potencial para a aquicultura, como a capacidade de se adaptar ao cultivo intensivo ou extensivo, tanto pela menor agressividade que possui, quando comparada com as outras espécies nativas, quanto pela sua capacidade de crescer em reservatórios, lagoas e viveiros. Apesar de *M. amazonicum* ser um camarão menor que *M. rosenbergii*, sua taxa de sobrevivência é mais alta, além de sua metamorfose ser mais rápida que a do camarão-da-malásia (Maciel & Valenti, 2009). Outras vantagens do camarão-da-amazônia são seu rápido crescimento, grande rusticidade, fácil reprodução e manutenção em cativeiro (Moraes-Riodades et al., 1999; Kutty et al., 2000), além de ser mais resistente a doenças e predadores (Lobão & Rojas, 1991).

Este é o principal camarão de água doce explorado comercialmente através da pesca artesanal na região Amazônica, com destaque para os estados do Pará e Amapá onde há um consumo significativo, além da região nordeste (Moraes-Valenti & Valenti, 2010). Sua carne é bem aceita nos mercados consumidores, por apresentar textura mais firme e sabor mais acentuado do que *M. rosenbergii*, sendo consumido por todas as classes sociais (Moraes-Riodades & Valenti, 2001). *Macrobrachium amazonicum* também é rico em nutrientes e é fonte de proteínas e ácidos graxos essenciais para consumo humano (Furuya et al., 2006), ademais, sua composição lipídica é recomendada na dietoterapia cardiovascular (Nassar, 1998).

Existem também outras potencialidades do camarão-da-amazônia, como por exemplo, sua utilização como isca viva para a pesca esportiva, conservando os estoques naturais de peixes e outros crustáceos que são capturados para este fim, além de ser uma atividade bastante rentável desde que controlada. Além disso, pode ser aproveitado em policultivo com peixes, pois devido ao seu hábito bentônico, contribui para uma melhor utilização da área de produção (Vetorelli et al., 2006), já que os camarões conseguem aproveitar os restos alimentares, as fezes e os nutrientes depositados no fundo dos viveiros (Santos, 2001). De acordo com o trabalho desenvolvido por Souza et al. (2009) sobre o policultivo entre a Tilápia do Nilo e *M. amazonicum*, foi concluído que este camarão não influencia no desempenho do peixe, podendo a criação ser realizada conjuntamente. Segundo Zimmermann (1991), a introdução de camarões produz uma considerável receita adicional para os criadores de peixes, em consequência do alto valor de mercado dos crustáceos.

Ainda não existe produção em escala comercial para *M. amazonicum*, mas desde o ano 2000 o Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista - CAUNESP, possui um programa de pesquisa multidisciplinar e multi-institucional que desenvolve um pacote tecnológico para o cultivo desta espécie, tendo alcançado avanços significativos (Moraes-Valenti & Valenti, 2010). Importante ressaltar que de acordo com Marques & Moraes-Valenti (2012), atualmente existe um cenário favorável para a carcinicultura de água doce no Brasil se expandir, principalmente devido à crescente demanda e a uma melhor organização da cadeia produtiva.

## **Justificativa**

No Brasil, os crustáceos marinhos e estuarinos possuem prioridade nas pesquisas que aqui são realizadas. Com isso, estudos relacionados às espécies de águas continentais são escassos e focam em organismos grandes e atraentes como os peixes (Agostinho et al., 2005). Porém, de acordo com Magalhães (1999), as águas interiores brasileiras possuem uma riqueza extraordinária de alguns grupos, como os decápodos dulcícolas, os quais representam 10% do total existente no mundo.

De acordo com Melo (2003b), há um número extremamente baixo de registros relacionados a crustáceos decápodos no estado de Minas Gerais. No que se refere à espécie *Macrobrachium amazonicum*, praticamente todas as pesquisas existentes no Brasil estão concentradas em duas regiões, na região norte (Odinetz-Collart, 1988; Odinetz-Collart, 1991b; Odinetz-Collart, 1993; Odinetz-Collart & Moreira, 1993; Chaves & Magalhães, 1993; Odinetz-Collart & Rabelo, 1996; Silva et al., 2002a,b; Silva et al., 2005; Silva et al., 2007; Bentes et al., 2011; Freire et al., 2012) e na região nordeste (Freitas et al., 1979; Gurgel & Matos, 1984; Scaico, 1992; Bragagnoli & Grotta, 1995; da Silva et al., 2004; Sampaio et al., 2007; Brilhante et al., 2011). No sudeste, a grande maioria dos estudos foi realizada no estado de São Paulo, especificamente pelo Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista - CAUNESP (Moraes-Riodades & Valenti, 2002; Araújo & Valenti, 2007, 2011; Moraes-Valenti & Valenti, 2007; Preto et al., 2008; Anger et al., 2009; Preto et al., 2010).

Na região do Triângulo Mineiro (MG), particularmente no local onde os camarões foram coletados para a realização do presente estudo, há uma grande influência antrópica devido ao estabelecimento de chácaras e condomínios em torno da represa de Miranda (observação pessoal). A construção da Usina ocasionou danos aos recursos naturais e ao ecossistema, modificando toda a área, sendo a influência do homem na dinâmica da paisagem notória na forma de desmatamento nas margens do reservatório, edificações em áreas de preservação permanente, deposição inadequada de

lixo, despejo direto de esgoto e efluentes na represa, disposição inadequada de fossas sépticas e poços artesianos, uso inadequado da água da represa e a deterioração de sua qualidade. Além disso, a ocupação antrópica continua ocorrendo de forma indevida e desordenada, apesar da existência de legislações federais e estaduais protetoras dos recursos naturais (Borges, 2006). Com a crescente destruição de habitats naturais, muitos organismos que vivem em ecossistemas aquáticos brasileiros se encontram ameaçados e de acordo com Tundisi (2003), um dos principais motivos é justamente a construção de barragens.

Deste modo, a conservação das populações de *M. amazonicum* deve ser considerada prioritária, bem como de sua flora e fauna acompanhantes, diante da intensa alteração que vêm acontecendo nos locais de ocorrência desta espécie, além de sua importância ecológica e econômica. Neste aspecto, este trabalho pode contribuir para um maior conhecimento sobre a biologia e dinâmica da espécie e a consequente preservação deste crustáceo, além disso, pode fornecer subsídios para órgãos competentes criarem políticas de manejo eficientes em ambientes de cultivo que otimizem as capturas, o que agrega valor ao produto e melhora seu acesso aos mercados consumidores.

De acordo com Maciel & Valenti (2009), pesquisas referentes à *M. amazonicum* se tornam necessárias e de grande importância para o entendimento da dinâmica das populações e da ecologia geral dessa espécie. O primeiro registro da ocorrência de *M. amazonicum* no reservatório da represa de Miranda, foi feito recentemente por Jacobucci et al. (In prep.), em pesquisa realizada sobre a ocorrência dessa espécie nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Minas Gerais. Com isso, este trabalho é pioneiro no estudo de aspectos ecológicos de *M. amazonicum* no Reservatório da Usina de Miranda, visto que não há registro publicado relacionado à biologia e dinâmica populacional dessa espécie nessa região de Minas Gerais, o que torna o conhecimento sobre a espécie no estado interessante para fins avaliativos e comparativos com outras regiões.

## OBJETIVO

Tendo em vista a escassez de estudos relacionados à biologia de decápodes de água doce nos rios e reservatórios do estado de Minas Gerais, incluindo a falta de pesquisas sobre populações naturais de *Macrobrachium amazonicum* que habitam as águas interiores do estado, o presente trabalho objetivou analisar aspectos da ecologia populacional e reprodutiva dessa espécie no reservatório da UHE de Miranda no Rio Araguari - MG, visando contribuir para um maior conhecimento sobre essa espécie tão importante para o ecossistema aquático.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Miranda, local onde foram encontrados exemplares de *M. amazonicum* através de registros feitos em vários reservatórios de Minas Gerais entre 2008 e 2010 (Jacobucci et al. In prep.).

O Reservatório situa-se na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e abrange os municípios de Indianópolis, Nova Ponte, Uberlândia e Uberaba, se inserindo entre as coordenadas geográficas 18°50'-19°45' de latitude sul e 47°30'- 48°10' de longitude oeste. Na figura 1 é possível observar a localização do Reservatório de Miranda e o ponto de coleta estabelecido nesta área. O enchimento do lago ocorreu em 1997, ocupando uma área inundada de 50,61 Km<sup>2</sup> e com volume de reservatório de 1,12 bilhões de m<sup>3</sup> (CEMIG, 2003).

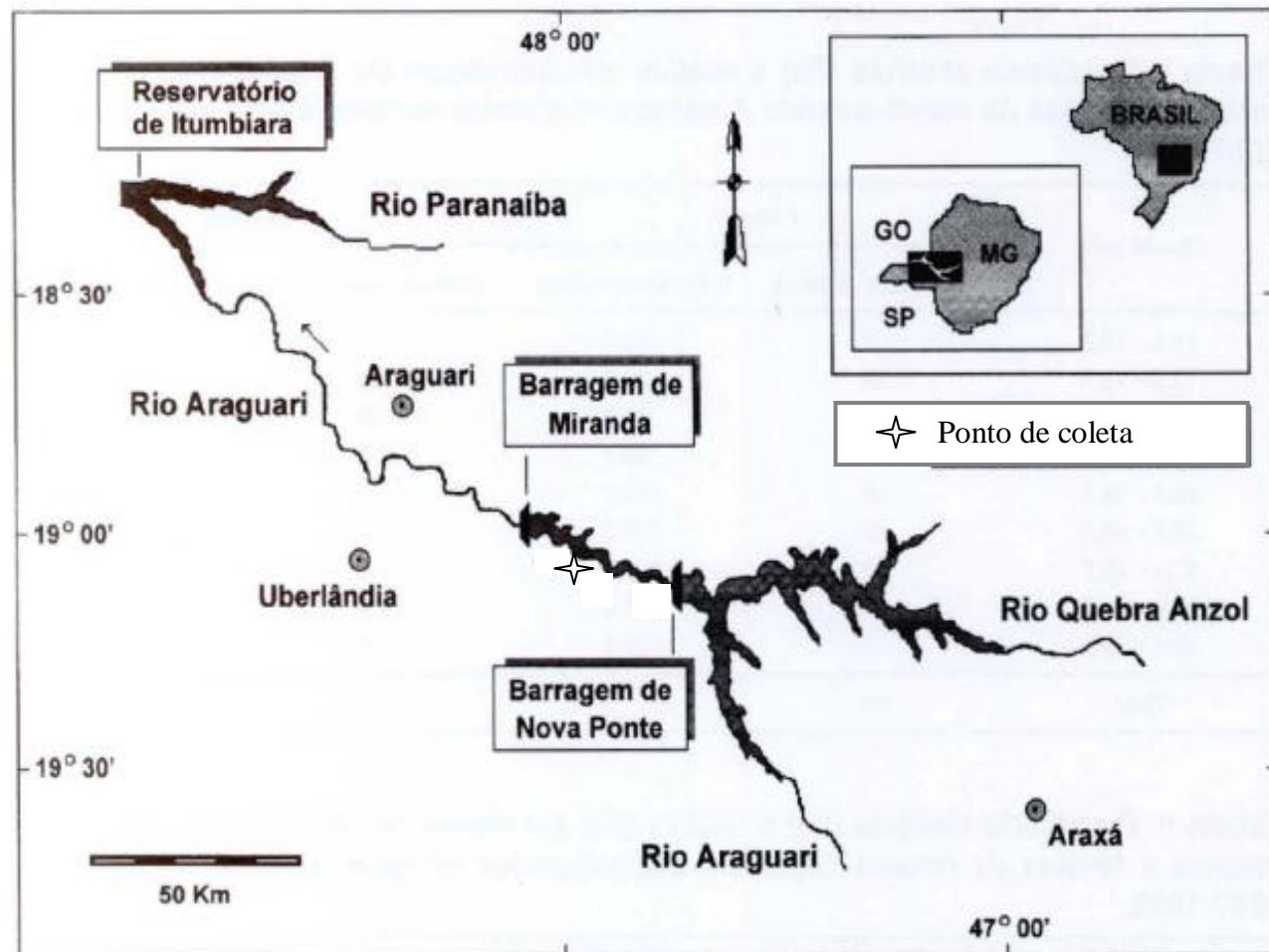


FIGURA 1: Localização geográfica do Reservatório de Miranda e do ponto de coleta determinado na área (adaptado de Vono et al., 2002).

A UHE Miranda (Figura 2) se encontra no município de Indianópolis, a 30 km da cidade de Uberlândia. A usina é um empreendimento da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) que faz parte do conjunto de usinas implementadas no rio Araguari, sendo a primeira a de Nova Ponte situada a montante, seguida de Miranda e posteriormente Amador Aguiar I e II. Além de produzir energia, ela regulariza a vazão do rio para o controle do fluxo de água das demais usinas situadas à jusante, viabilizando o uso destas (Silva, 2011).



FIGURA 2: Usina Hidrelétrica de Miranda.

Fonte: home page da CEMIG

O clima da área estudada é controlado pelas massas de ar Equatorial Continental, Tropical Atlântica e Polar Atlântica, que em seus deslocamentos são responsáveis pela alternância das estações úmida e seca. A precipitação média anual da área é em torno de 1400 a 1500 mm/ano (EMBRAPA, 1982).

Segundo a classificação climática de Köppen, cujos fundamentos básicos são os regimes térmicos e pluviométricos, o clima é do tipo Aw tropical chuvoso. Caracteriza-se por um inverno seco que sofre influência das massas polares que invadem o continente Sul Americano. A entrada da massa de ar Polar no continente é intensa e ocorre por meio da Depressão da bacia do Paraná-Paraguai, alcançando o Triângulo Mineiro. No verão, há um abrandamento da massa Polar, ocorrendo a circulação de massas quentes e úmidas, de grande instabilidade e que provocam chuvas fortes e frequentes (EMBRAPA, 1982).

### Procedimentos de coleta

Com base em estudos de campo preliminares, detectou-se a presença de *M. amazonicum* em um dos braços da represa de Miranda, onde se constatou ser um local seguro e de fácil acesso para as coletas ( $19^{\circ} 03' 13,0''$  S -  $047^{\circ} 59' 25,5''$  O) (Figura 3). Neste local, foi definido um setor de coleta nas margens do reservatório, com 100 m de comprimento, por 5 m de largura e profundidade não ultrapassando 1 m, onde verificou-se a possibilidade de coleta com peneiras (Figura 4).



FIGURA 3: Vista aérea da área de coleta no Reservatório da UHE Miranda, MG.

Fonte: Google Earth



FIGURA 4: Local de coleta na Represa de Miranda/MG.

No período de abril/2012 a maio/2013, foram realizadas coletas mensais, utilizando-se peneiras com diâmetro de malha de 2 mm. O processo se constituiu na introdução destas junto à vegetação marginal parcialmente submersa ao longo do trecho de coleta, bem como em substratos inundados como folhas e troncos de árvores submersos. Posteriormente, as peneiras foram removidas através de movimentos ascendentes, a fim de se encontrar os camarões (Figura 5, A - B). Para padronizar o esforço de captura durante as amostragens, as coletas foram realizadas por duas pessoas, durante um período de 1 h. A maioria das coletas foram realizadas no início do período noturno, já que as espécies de *Macrobrachium* são conhecidas por serem mais ativas à noite (Mossolin & Bueno, 2002). Em cada coleta, registrou-se a temperatura superficial da água com auxílio de um termômetro de bulbo.

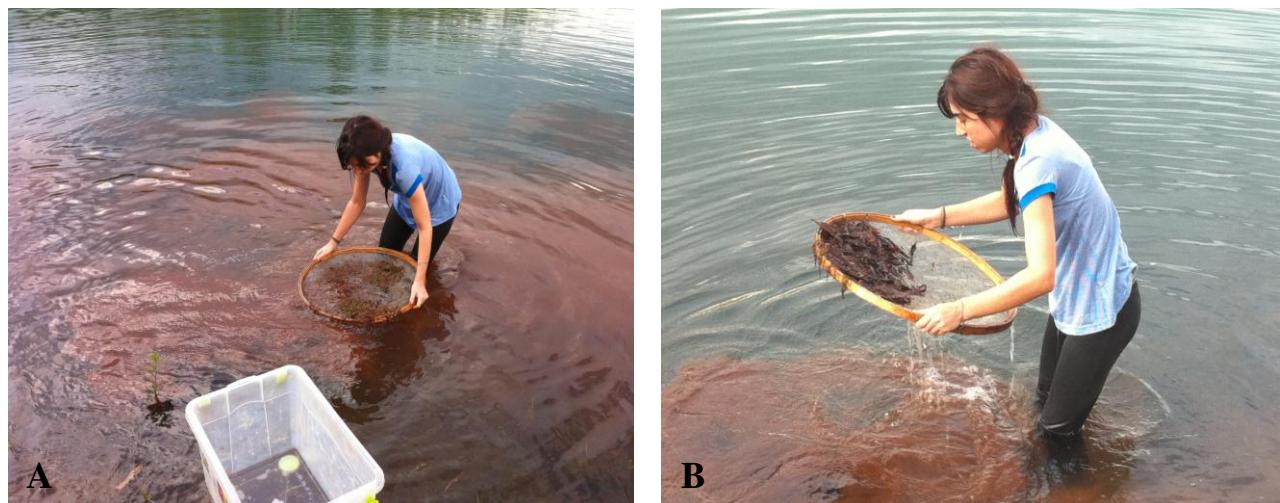


FIGURA 5 (A - B): Método para coleta de camarão utilizando peneira na Represa de Miranda/MG.

No local de coleta, os exemplares capturados eram rapidamente transferidos para uma caixa plástica contendo água do reservatório e transportados até o Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos da Universidade Federal de Uberlândia/MG, onde foram conservados em frascos etiquetados contendo EtOH 70%.

#### Tratamento das amostras

##### a) Identificação da espécie

Em laboratório, os indivíduos foram identificados por meio de chave de identificação específica (Melo, 2003a), tendo a posterior confirmação fornecida pelo Prof. Dr. Emerson Contreira Mossolin (Laboratório de Estudos sobre Crustáceos da Universidade Federal de Goiás).

### b) Determinação dos sexos

Posteriormente, foi realizada a diferenciação sexual de cada indivíduo, conforme proposto por Ismael & New (2000), através da observação da ausência (fêmeas) ou presença (machos) do apêndice sexual masculino no lado interno do endopodito do segundo par de pleópodos (Figura 6). A condição ovígera também serviu para o reconhecimento imediato das fêmeas. A identificação sexual foi feita utilizando um microscópio estereoscópico marca BEL - Photonics (ocular 10x).

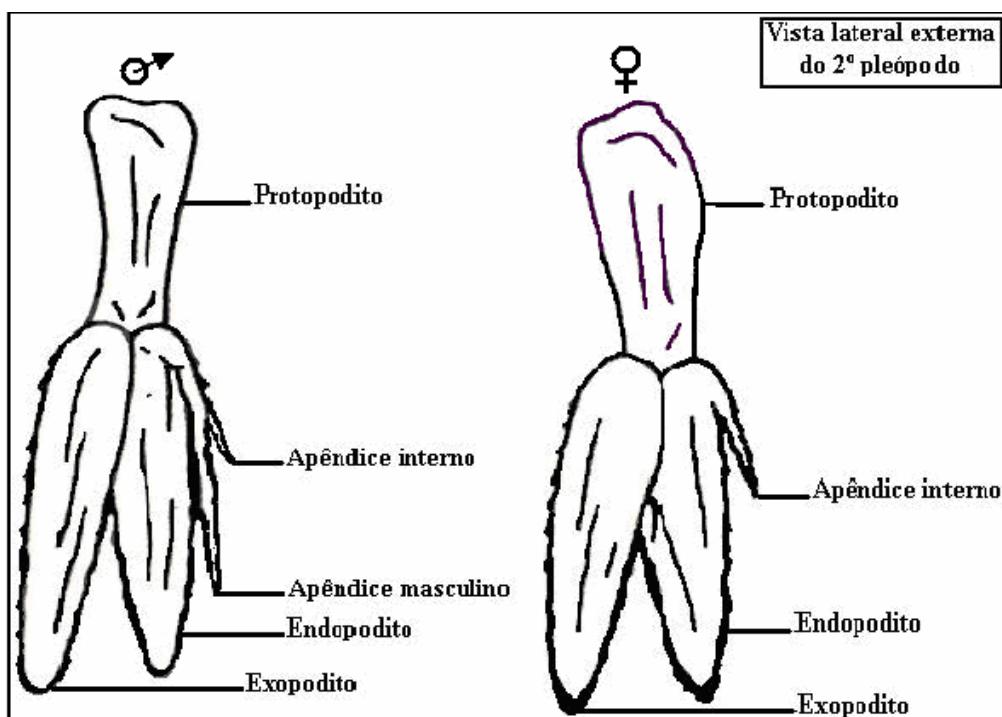


FIGURA 6: Desenho esquemático da característica de diferenciação sexual entre machos e fêmeas no camarão do gênero *Macrobrachium*. Fonte: Valenti, 1996.

### c) Obtenção das medidas do corpo

A biometria foi obtida usando um paquímetro digital, sendo mensuradas as seguintes dimensões: Comprimento Total - CT (mm), distância entre a extremidade distal do rostro até a extremidade distal do telso e Comprimento da Carapaça - CC (mm), distância entre a margem pós-orbital até a margem posterior da carapaça (Figura 7). O rostro/telso de alguns espécimes estava quebrado, desse modo, preferiu-se utilizar o comprimento da carapaça (CC) para a maioria das análises.

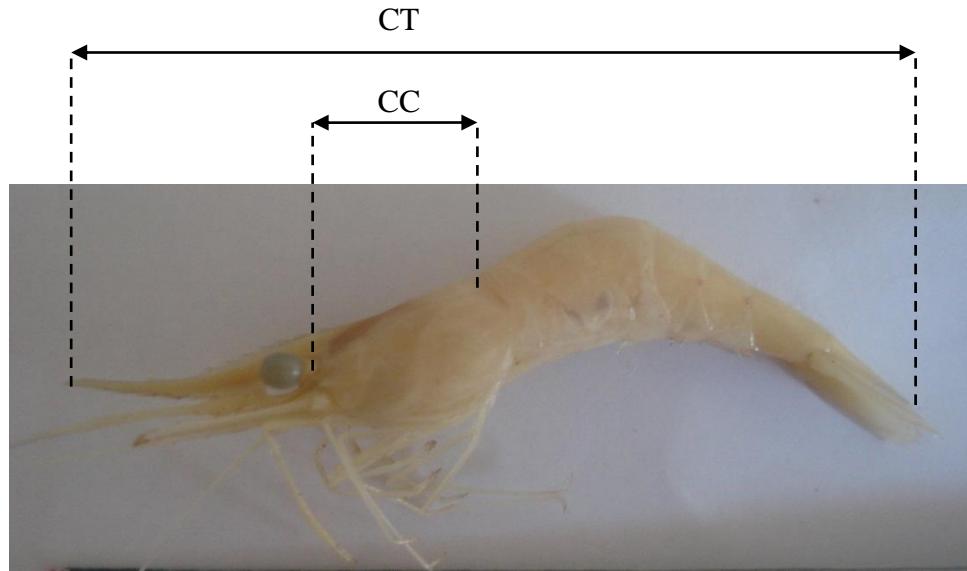


FIGURA 7: Medidas obtidas dos indivíduos de *M. amazonicum*: Comprimento Total (CT) e Comprimento da Carapaça (CC).

d) Análises das fêmeas ovígeras

d.1) Determinação da fecundidade

Para este estudo, foram utilizadas as fêmeas que possuíam ovos no início do estágio de desenvolvimento embrionário aderidos aos pleópodos. Em laboratório, estas foram separadas e acondicionadas individualmente em frascos contendo EtOH 70%. Seus ovos foram retirados da câmara incubadora com auxílio de pinça e transferidos para placas de Petri, sendo realizada a contagem total destes utilizando um microscópio estereoscópico marca BEL - Photonics (ocular 10x).

d.2) Determinação dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos

Os ovos retirados das fêmeas foram classificados segundo Anger & Moreira (1998), de acordo com as seguintes características de desenvolvimento embrionário:

Ovo no estágio inicial (I): ausência de manchas oculares, vitelo ocupando aproximadamente todo o interior do ovo (Figura 8 - A).

Ovo no estágio intermediário (II): presença de manchas oculares pequenas, em formato de traço ou elíptico, com vitelo ocupando entre 50 e 75% do volume do ovo (Figura 8 - B).

Ovo no estágio final (III): presença de manchas oculares grandes, em formato arredondado, com vitelo ocupando entre 25 e 50% do volume do ovo (Figura 8 - C).

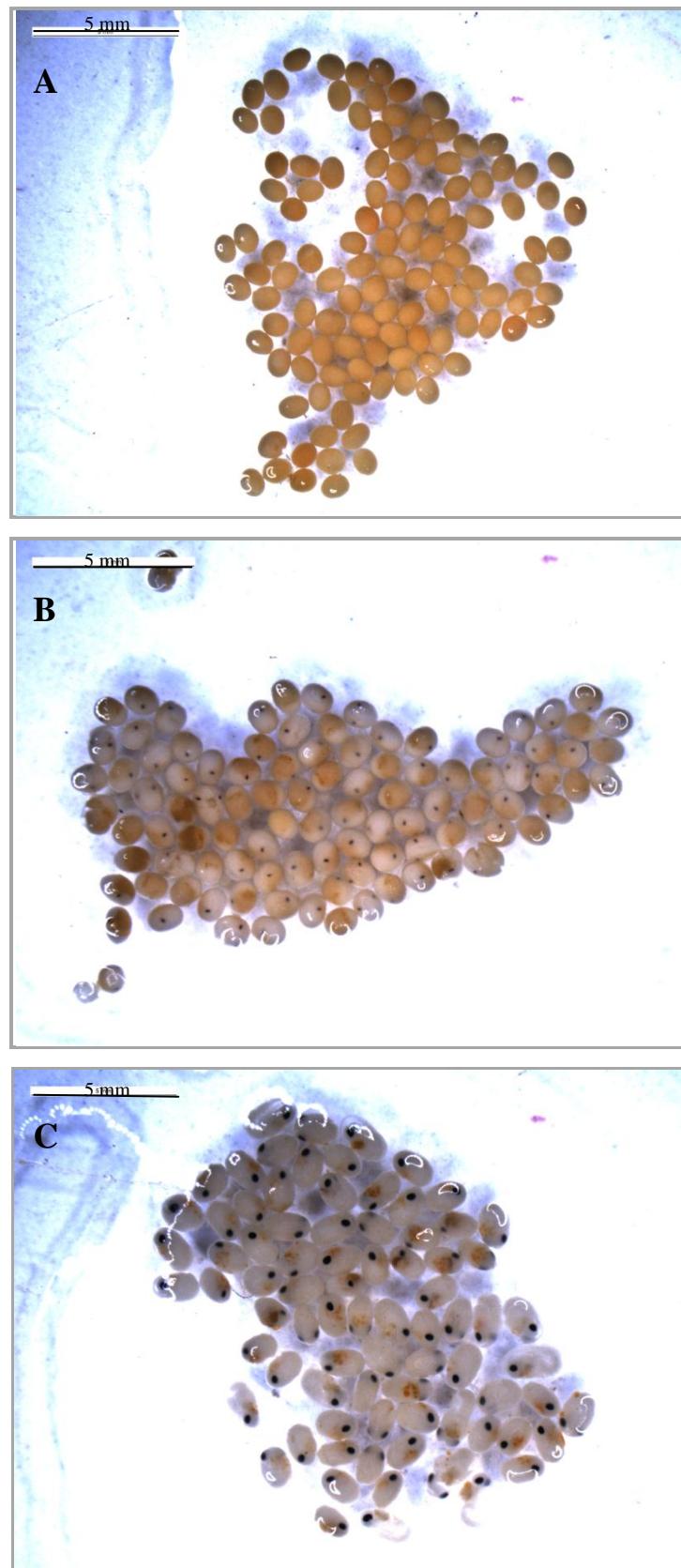


FIGURA 8: Ovos de fêmeas de *M. amazonicum* coletadas na Represa de Miranda - MG, em seus respectivos estágios de desenvolvimento: A - inicial (I); B - intermediário (II) e C - final (III).

### d.3) Obtenção das medidas dos ovos

Para a obtenção do tamanho dos ovos, foram utilizadas cinco fêmeas para cada estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos (estágios inicial, intermediário e final), totalizando assim 15 fêmeas ovígeras. Foram separados aleatoriamente, 20 ovos de cada fêmea em uma placa de Petri e obtidas as medidas dos eixos maior e menor com auxílio de uma ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópico (Mossolin, 2003). Com isso, foram mensurados 300 ovos (100 de cada estágio).

### Análise dos dados

Para a caracterização da distribuição de frequência, machos e fêmeas foram agrupados em oito diferentes classes de comprimento da carapaça em intervalos de 1,0 mm. Na primeira classe foram agrupados os indivíduos entre 3,0 a 3,9 mm de comprimento da carapaça e na última classe entre 10,0 a 10,9 mm de tamanho.

Os indivíduos foram classificados de acordo com sua maturidade em adultos (machos e fêmeas maduros sexualmente) (Figura 9) e juvenis (indivíduos imaturos com sexo definido ou sexualmente indiferenciados) (Figura 10). Foram considerados adultos em ambos os sexos, os indivíduos que possuíam o comprimento da carapaça igual ou superior ao da menor fêmea ovígera amostrada (Figura 11), sendo os restantes juvenis. Os juvenis com sexo definido possuíam o tamanho a partir do qual foi possível observar o apêndice masculino. Com isso, foi obtido o tamanho mínimo (CC) para checagem do sexo, ou seja, foram considerados juvenis aqueles indivíduos que tinham o comprimento da carapaça entre esse tamanho mínimo e o tamanho da menor fêmea ovígera. Foram considerados juvenis sem sexo definido os que possuíam o comprimento da carapaça menor que o tamanho mínimo para checagem do sexo, ou seja, nos quais não foi possível visualizar o caractere sexual secundário. Com as distribuições de frequência e classificação dos exemplares de acordo com sua maturidade, foi possível fazer uma análise da estrutura populacional.

As relações morfométricas entre o comprimento total (CT) e comprimento da carapaça (CC) foram descritas separadamente para fêmeas (ovígeras e não-ovígeras) e machos através da aplicação de uma regressão do tipo linear, na qual o comprimento total (CT) foi a variável independente e o comprimento da carapaça (CC) a variável dependente. A equação de regressão linear estimada foi:

$$Y = a + b.X$$

Onde:

$Y$  = dimensão do corpo do animal considerada no trabalho (comprimento da carapaça)

$X$  = comprimento total

$a$  = interseção no eixo  $Y$  quando  $X = 0$

$b$  = inclinação da reta ou taxa constante de variação de  $Y$  em função de  $X$ . O valor de  $b$  indica o tipo de crescimento (isométrico ou alométrico)

Com isso, pode-se classificar o crescimento de três formas (Fonteles-Filho, 1989):  $b < 1$ , alometria negativa, ou seja, a variável dependente ( $Y$ ) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente ( $X$ );  $b > 1$ , alometria positiva, a variável dependente ( $Y$ ) cresce em uma taxa relativamente maior que a independente ( $X$ ) e  $b = 1$ , crescimento isométrico, as partes morfométricas ( $X$  e  $Y$ ) crescem de maneira uniforme.

Posteriormente, a fim de verificar se as regressões eram significativas, foram realizadas análises de variância (ANOVA). Para testar a diferença entre as retas das regressões obtidas para machos e fêmeas, utilizou-se a análise de covariância (ANCOVA). O coeficiente “ $b$ ” que expressa o nível da alometria, foi testado em ambos os sexos através do teste  $t$  de Student (Zar, 1996).

A proporção sexual foi analisada mensalmente, assim como nas diferentes classes de tamanho da carapaça considerando-se a razão entre o número de machos e fêmeas, além do número de indivíduos totais da população. Para verificar se a razão sexual seguiu a proporção esperada (1:1), aplicou-se um teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Os exemplares sexualmente indiferenciados foram retirados desta análise.

A maturidade sexual foi determinada considerando o comprimento da carapaça mínimo atingido pelas fêmeas ovígeras, como o tamanho no qual estas potencialmente iniciam sua maturidade (López Greco & Rodríguez, 1999). Também foi calculada a maturidade de acordo com a classe de comprimento da carapaça em que se encontravam mais de 50% das fêmeas ovígeras da população (Vazzoler, 1982).

O período reprodutivo foi estabelecido com base na frequência relativa de fêmeas ovígeras capturadas ao longo dos meses de coleta em relação ao total de fêmeas adultas (Fransozo & Mantelatto, 1998).

Para o estudo da fecundidade foram selecionadas as fêmeas com ovos no início do estágio de desenvolvimento (estágio I), visando evitar a potencial perda de ovos que pode ocorrer durante o período de incubação em camarões carídeos, como notado por Darnell (1956), Balasundaram & Pandian (1982), bem como por Anger & Moreira (1998). A fecundidade individual foi determinada a partir da contagem total dos ovos de cada fêmea. Também foi obtida a fecundidade média ao longo dos meses de coleta.

A relação entre a fecundidade e o tamanho das fêmeas (CC) foi analisada através de uma regressão linear simples ( $Y = a + b.X$ ), adotando-se como variável dependente o número de ovos e como variável independente, o comprimento da carapaça (mm). Para testar se a regressão era significativa foi realizada uma análise de variância (ANOVA).

Com a obtenção das medidas dos eixos maior e menor dos ovos, o volume destes foi calculado através da fórmula  $V = \pi \cdot l \cdot h^2 / 6$ , sendo  $l$  = comprimento e  $h$  = largura do ovo (Odinetz-Collart & Rabelo, 1996). Foi realizada uma ANOVA com o objetivo de verificar se ocorre alteração do tamanho/volume dos ovos ao longo dos seus estágios de desenvolvimento, seguida pelo Teste de Tukey para comparação das médias entre os estágios. A relação do tamanho das fêmeas com o volume e tamanho dos ovos foi testada através da Correlação de Spearman.

Para verificar uma possível associação entre a frequência de fêmeas ovígeras e os fatores temperatura da água e pluviosidade durante os meses amostrados, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman. Os dados referentes à pluviosidade da região de coleta, foram obtidos no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a análise do recrutamento e do crescimento dos indivíduos, foram montados histogramas com as distribuições das frequências de machos e fêmeas em oito classes de comprimento da carapaça (CC) para cada mês. O recrutamento foi identificado através de modas nas primeiras classes de tamanho, que indicam a entrada de novos recrutas na população e o crescimento dos exemplares, através do deslocamento destas modas ao longo das classes (Mattos & Oshiro, 2009).

As análises estatísticas foram realizadas por meio dos programas “SYSTAT 10.2” e “STATISTICA 7.0”, seguindo os procedimentos descritos por Zar (1996). Os seguintes níveis de significância foram considerados neste trabalho:  $p < 0,05$ ;  $p < 0,001$  e  $p < 0,0001$ . Testes não paramétricos foram preferidos quando as premissas dos testes paramétricos não puderam ser satisfeitas. Os gráficos foram construídos utilizando-se o software “Excel” da Microsoft Office.



FIGURA 9: Indivíduo adulto de *M. amazonicum* coletado na Represa de Miranda, MG.



FIGURA 10: Indivíduos juvenis de *M. amazonicum* coletados na Represa de Miranda, MG.



FIGURA 11: Fêmea ovígera de *M. amazonicum* coletada na Represa de Miranda, MG.

## RESULTADOS

### Número de indivíduos capturados e razão sexual mensal

A espécie foi coletada em 13 dos 14 meses em que foram realizadas as amostragens, com exceção do mês de maio/12, em que não foram capturados indivíduos de *M. amazonicum*.

No período de estudo foram analisados 2584 exemplares de *M. amazonicum*. Inicialmente eles foram classificados de acordo com sua maturidade, sendo considerados adultos os indivíduos que possuíam o comprimento da carapaça a partir de 6,3 mm, sendo este tamanho correspondente ao da menor fêmea ovígera amostrada. Com isso, foram considerados adultos 261 indivíduos (10,1 %), sendo 251 fêmeas (102 ovígeras e 149 não-ovígeras) e 10 machos. Foram considerados juvenis, os indivíduos que possuíam o comprimento da carapaça a partir de 3,0 mm (tamanho mínimo para a checagem do sexo), até o tamanho de 6,2 mm de carapaça, totalizando assim 2162 juvenis (83,7 %) (1417 fêmeas e 745 machos). Os exemplares com o comprimento da carapaça menor que 3,0 mm foram considerados sexualmente indiferenciados, sendo estes 161 indivíduos (6,2 %) (Tabela 1).

Durante as coletas, as maiores frequências de indivíduos foram verificadas nos meses de janeiro, abril e maio/13, com destaque para o último mês mencionado, com o maior número de espécimes (575 indivíduos). O inverso ocorreu nos meses de julho e outubro/12, além de fevereiro/13, sendo que outubro/12 foi o mês com menos capturas (39 indivíduos) (Tabela 1).

Na avaliação da proporção sexual mensal, observou-se uma diferença significativa da proporção de 1:1 favorável às fêmeas na maioria dos meses, mais especificamente em 12 dos 13 meses. Somente em outubro/12 não ocorreu diferença na proporção dos sexos ( $p = 1,0000$ ). Quando todo o período de estudo foi considerado, também houve um predomínio das fêmeas (1M : 2,2 F) ( $\chi^2 = 343,27$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 2).

TABELA 1: Número total de exemplares de *M. amazonicum* analisados (MJ - machos juvenis; MA - machos adultos; FJ - fêmeas juvenis; FNO - fêmeas adultas não-ovígeras; FO - fêmeas ovígeras).

Mês	MJ	MA	FJ	FNO	FO	Sexo indefinido	Total
Abril/12	89	1	93	9	19	28	239
Maio	-	-	-	-	-	-	-
Junho	25	0	73	2	4	5	109
Julho	14	0	32	6	1	2	55
Agosto	43	1	84	18	6	0	152
Setembro	90	4	77	43	25	0	239
Outubro	19	0	18	1	1	0	39
Novembro	32	1	57	10	8	25	133
Dezembro	31	0	89	5	5	19	149
Janeiro/13	116	2	206	6	5	19	354
Fevereiro	22	1	41	7	4	5	80
Março	44	0	62	23	12	3	144
Abril	82	0	176	14	12	32	316
Maio	138	0	409	5	0	23	575
Total	745	10	1417	149	102	161	2584

TABELA 2: Número de machos juvenis e adultos (M) e fêmeas juvenis, adultas não ovígeras e ovígeras (F), razão sexual (M:F), Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e probabilidade de significância por mês ( $p$ ) de indivíduos amostrados na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13.

Mês	M	F	M : F	$\chi^2$	(p)
Abril/12	90	121	0,74:1	4,26	0,0389
Maio	-	-	-	-	-
Junho	25	79	0,32:1	27,01	< 0,0001
Julho	14	39	0,36:1	10,86	0,0010
Agosto	44	108	0,41:1	26,11	< 0,0001
Setembro	94	145	0,65:1	10,46	0,0012
Outubro	19	20	0,95:1	0,00	ns
Novembro	33	75	0,44:1	15,56	0,0001
Dezembro	31	99	0,31:1	34,53	< 0,0001
Janeiro/13	118	217	0,54:1	28,66	< 0,0001
Fevereiro	23	52	0,44:1	10,45	0,0012
Março	44	97	0,45:1	19,17	< 0,0001
Abril	82	202	0,41:1	49,86	< 0,0001
Maio	138	414	0,33:1	137,00	< 0,0001
Total	755	1668	0,45:1	343,27	< 0,0001

ns: não significativo

## Características e relações morfométricas

Na análise da morfometria, o comprimento da carapaça dos machos variou de 3,0 a 8,1 mm, com média de  $4,50 \pm 0,72$  mm, já nas fêmeas a amplitude do CC foi de 3,0 a 10,6 mm, com média de  $4,65 \pm 1,47$  mm. A população apresentou um comprimento médio de  $4,60 \pm 1,29$  mm de CC. As amplitudes de tamanho, assim como as médias e os desvios para cada sexo estão listados na tabela 3.

TABELA 3: Número de indivíduos (N), tamanho mínimo (Mín), máximo (Máx), média e desvio padrão (DP) do comprimento da carapaça de exemplares amostrados na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13.

Sexo	CC (mm)			
	N	Mín	Máx	Média ± DP
Macho juvenil	745	3,0	6,2	$4,47 \pm 0,67$
Macho adulto	10	6,3	8,1	$6,62 \pm 0,55$
Fêmea juvenil	1417	3,0	6,2	$4,14 \pm 0,83$
Fêmea não ovígera	149	6,3	10,3	$7,18 \pm 0,75$
Fêmea ovígera	102	6,3	10,6	$8,04 \pm 0,69$
Indeterminado	161	2,0	2,9	$2,72 \pm 0,19$

A análise de regressão linear mostrou significância para a relação entre comprimento total e comprimento da carapaça para dados de machos (Figura 12 - a) e fêmeas (Figura 12 - b) ( $p < 0,001$ ), demonstrando um crescimento alométrico negativo, isto é, o valor de Y (CC) aumenta em menor proporção que o de X (CT) (Tabela 4). A relação entre os comprimentos totais e das carapaças de machos e fêmeas diferiu significativamente quando submetida à análise de covariância, demonstrando haver diferença de tamanho entre os sexos ( $F = 67365,168$ ;  $p < 0,001$ ), sendo que as fêmeas apresentaram-se maiores que os machos (Figura 13), o que também foi comprovado através do coeficiente “b” que demonstrou uma diferença significativa no modelo de crescimento entre machos e fêmeas para um nível de 5% de probabilidade.

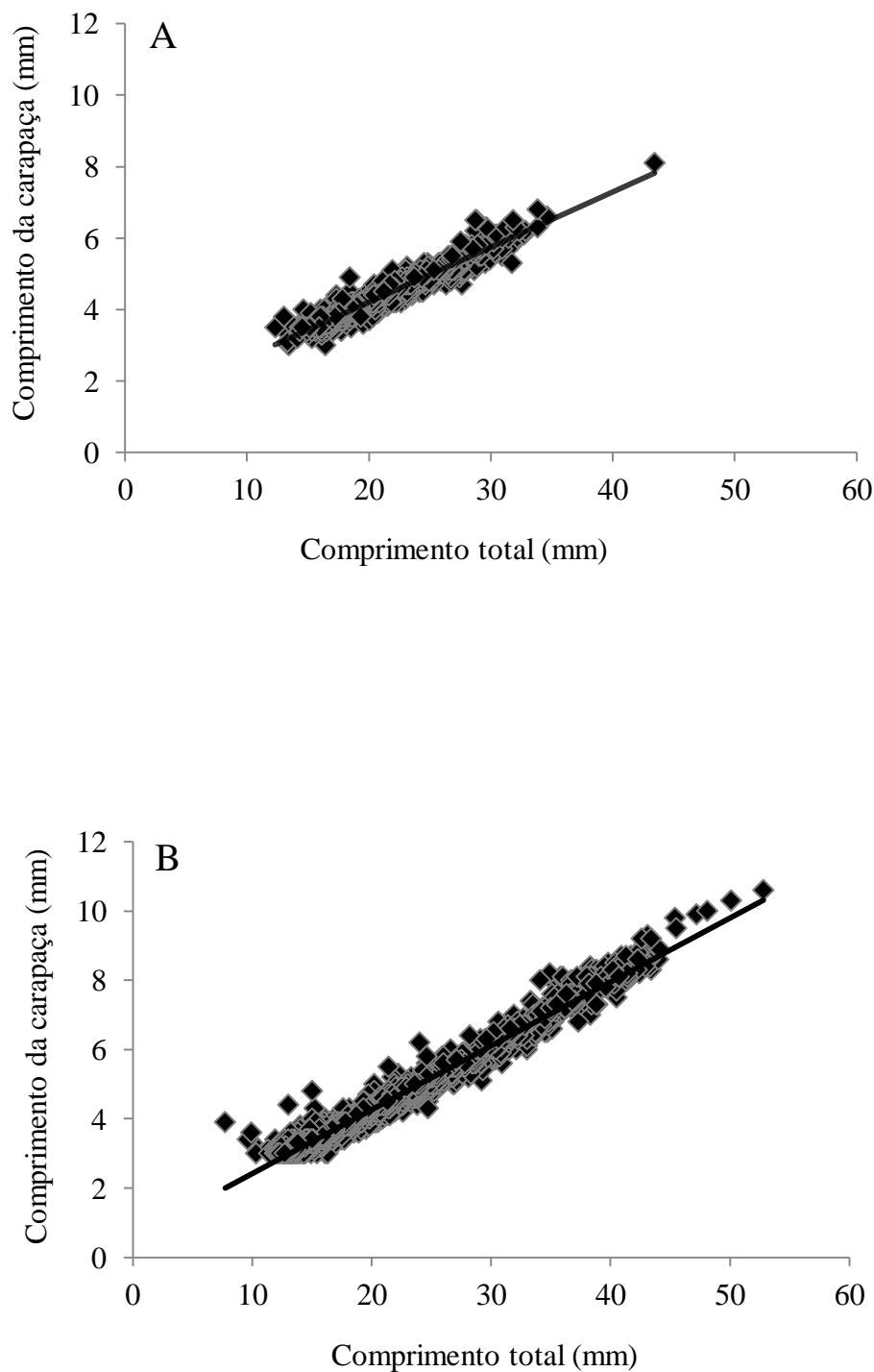


FIGURA 12: Relação entre o comprimento total e o comprimento da carapaça de machos (A) e fêmeas (B) de *M. amazonicum* na Represa de Miranda, MG.

TABELA 4: Equações de regressão para a relação CT = comprimento total (mm) e CC = comprimento da carapaça (mm) para os sexos. N = nº de exemplares, Y = variável dependente (CC), X = variável independente (CT), a = interseção da reta em y, b = inclinação da reta e coeficiente de alometria,  $r^2$  = coeficiente de determinação, F = valor de F encontrado pela ANOVA.

Grupo	N	$Y = b \cdot X + a$	$r^2$	F
Machos	755	$CC = 0,154CT + 1,124$	0,916	8150,021*
Fêmeas	1668	$CC = 0,185CT + 0,572$	0,974	61661,093*

\* indica significância ( $p < 0,001$ )

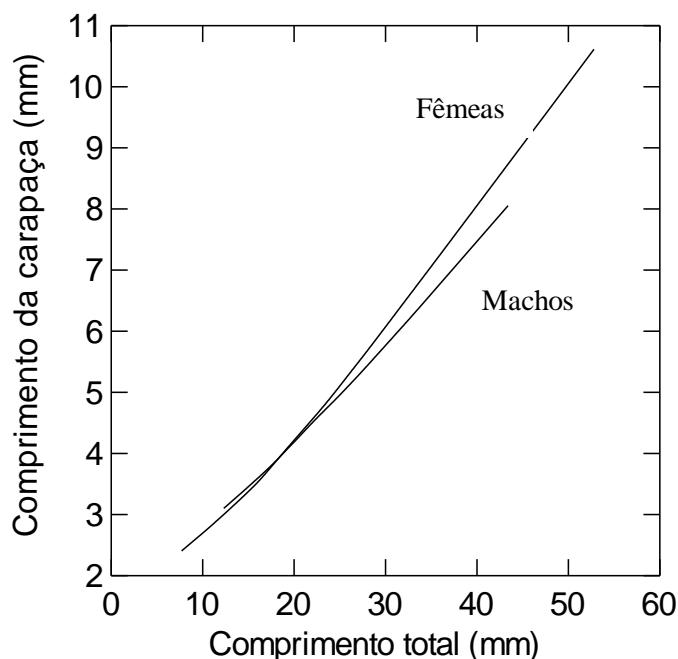


FIGURA 13: Relação entre o comprimento total e o comprimento da carapaça de machos e fêmeas (ANCOVA) indica diferença morfométrica significativa entre os sexos.

Ao distribuir os indivíduos em classes de tamanho, foram verificados picos de ocorrência na classe 4,0 - 4,9 mm para os machos, com segunda maior frequência destes na classe 3,0 - 3,9 mm. Para as fêmeas, observou-se pico na classe 3,0 - 3,9 mm com segunda maior frequência na classe 4,0 - 4,9 mm. Assim sendo, ambos os sexos predominaram nessas duas menores classes de tamanho pertencentes aos juvenis, onde estiveram presentes 70,41% da população total. A distribuição dos exemplares apresentou um padrão unimodal para ambos os sexos.

Machos e fêmeas apresentaram maior semelhança no número de indivíduos na classe intermediária 5,0 - 5,9 mm. As fêmeas alcançaram as maiores classes de tamanho, chegando até a última (10,0 - 10,9 mm) composta de indivíduos adultos. Já para os machos, a maior classe de tamanho atingida foi a 8,0 - 8,9 mm, também formada por indivíduos maduros (Figura 14).

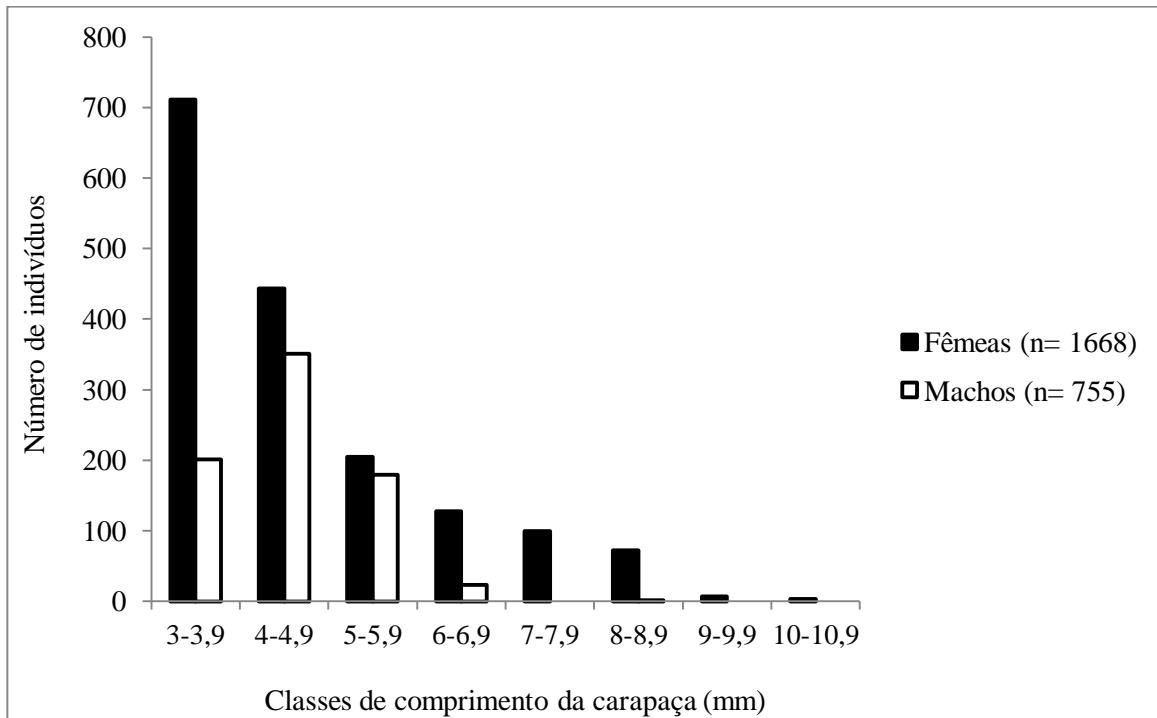


FIGURA 14: Distribuição da frequência de machos e fêmeas de *M. amazonicum* nas classes de comprimento da carapaça.

### Recrutamento e crescimento

Neste estudo, foi possível constatar que houve um recrutamento de indivíduos de *M. amazonicum* contínuo, ou seja, novos exemplares entraram na população, com variações em suas quantidades ao longo dos meses.

Ao analisarmos a figura 15, que representa as frequências dos indivíduos de *M. amazonicum* nas suas respectivas classes de tamanho em todos os meses, podemos notar que não houve uma entrada clara de novos indivíduos na população, já que os histogramas mensais mostram que sempre ocorreram indivíduos na menor classe. Poderíamos observar claramente um novo recrutamento, se em um determinado mês não houvesse indivíduos na menor classe, correspondente a 3,0 - 3,9 mm e no mês seguinte, surgissem novos indivíduos nesta classe específica.

Porém, foi possível identificar em alguns meses uma tendência no aumento do recrutamento, ou seja, na primeira classe houve um aumento da frequência de juvenis. Isso está claro nos meses de novembro e dezembro/12, além de abril e maio/13, com destaque para os meses de dezembro/12, no qual 71,5% dos indivíduos estão na menor classe e para o mês de maio/2013 em que quase 63% dos indivíduos também fazem parte desta classe. Nos outros meses mencionados (novembro/12 e abril/13), os juvenis na classe 3,0 - 3,9 mm de CC representaram aproximadamente 40% da população mensal.

Além de novos indivíduos terem surgido na população, foi possível observar nos histogramas o crescimento destes ao longo dos meses através do deslocamento das modas, ou seja, do movimento dos indivíduos das menores para as maiores classes. O crescimento dos indivíduos pode ser acompanhado na figura 15, na qual é possível observar, por exemplo, que em dezembro houve uma moda na primeira classe de tamanho (3,0 - 3,9 mm) e no mês seguinte em janeiro, os indivíduos dessa classe mencionada se deslocaram para a segunda classe de tamanho (4,0 - 4,9 mm). Já em fevereiro, os indivíduos pertencentes à moda da classe 4,0 - 4,9 mm, foram no mês seguinte em março, para a moda da classe 5,0 - 5,9 mm.

Ao longo dos meses foi possível perceber que, em sua maioria, os indivíduos não ultrapassaram as classes 6,0 - 6,9 mm e 7,0 - 7,9 mm e que poucos adultos alcançaram as classes posteriores até a última que compreende a de 10,0 - 10,9 mm. A menor frequência de indivíduos nas últimas classes e os aspectos do crescimento deles, será melhor apresentado mais a frente na discussão.

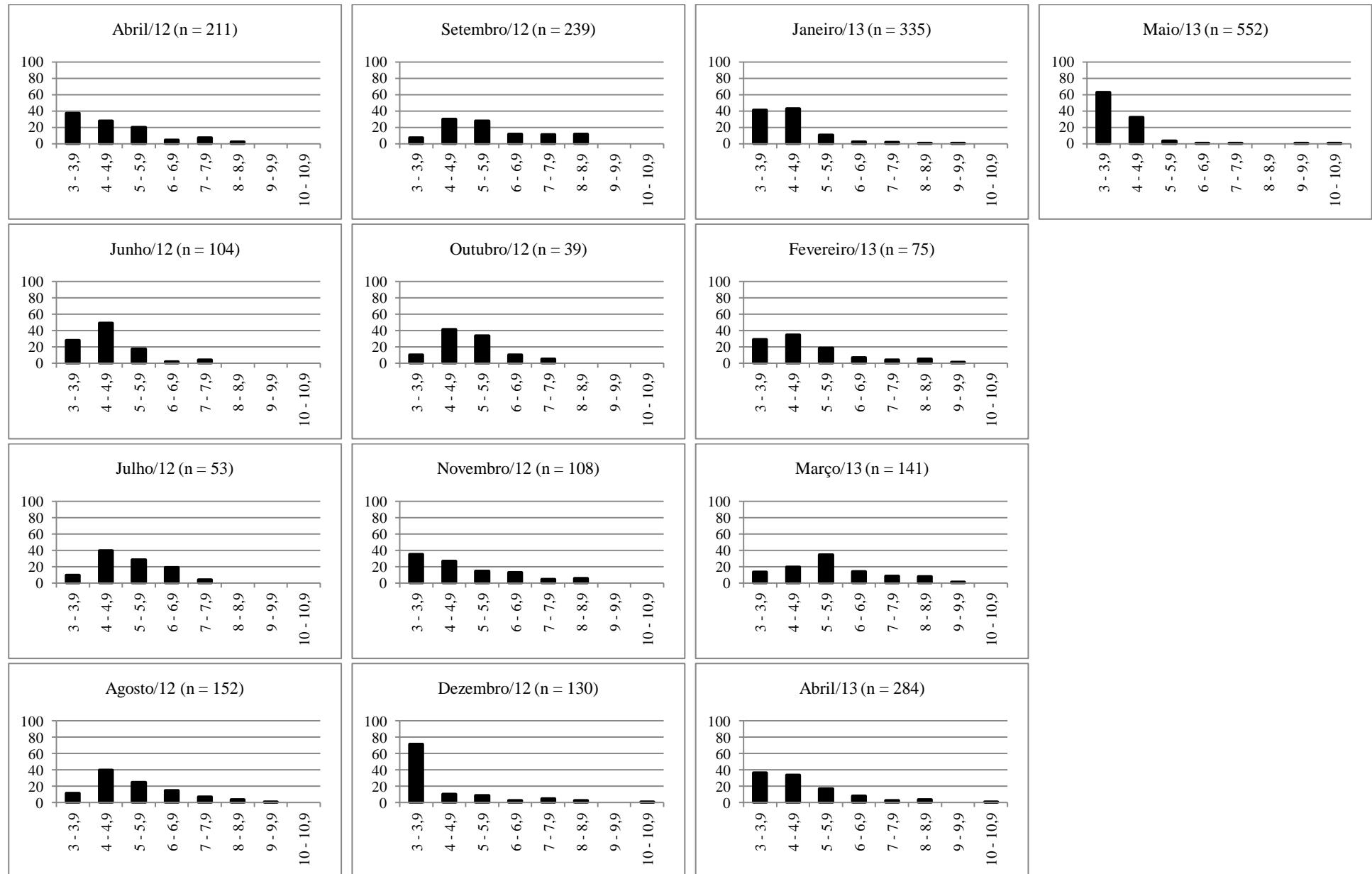


FIGURA 15: Distribuição da frequência relativa de indivíduos de *Macrobrachium amazonicum* nas classes de comprimento da carapaça coletados de abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais (O mês de maio/12 foi excluído, pois a espécie não foi encontrada). Eixo x = Classes de comprimento da carapaça (mm); Eixo y = Frequência relativa (%). Número total de indivíduos utilizados nos 13 histogramas: 2423.

### Razão sexual por classes de tamanho

Na análise da proporção sexual por classes de tamanho do comprimento da carapaça, os indivíduos foram distribuídos em oito classes, com a menor delas contendo os indivíduos de 3,0 a 3,9 mm e a maior contendo os indivíduos de 10,0 a 10,9 mm. O teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) evidenciou diferenças significativas em 6 dessas 8 classes, sendo estas as que constituem o intervalo de 3,0 a 4,9 mm de comprimento da carapaça (CC) e também as que estão no intervalo de 6,0 a 9,9 mm de CC, todas apresentando um desvio significativo para as fêmeas de *M. amazonicum*. Não foi observada diferença significativa entre os sexos nas classes 5,0 - 5,9 ( $p = 0,2020$ ) e 10,0 - 10,9 ( $p = 0,2482$ ). Nas três primeiras classes (3,0 a 5,9 mm) houveram indivíduos exclusivamente juvenis, enquanto apenas indivíduos adultos foram registrados nas quatro últimas classes de tamanho (7,0 a 10,9 mm) (Tabela 5).

TABELA 5: Número de machos juvenis e adultos (M) e fêmeas juvenis, adultas não ovígeras e ovígeras (F), razão sexual (M:F), Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e probabilidade de significância por classes de tamanho ( $p$ ) de indivíduos amostrados na Represa de Miranda – MG, durante o período de abril/12 a maio/13.

Classes (mm)	M	F	M : F	$\chi^2$	(p)
3,0 - 3,9	201	711	0,28:1	284,08	< 0,0001
4,0 - 4,9	351	443	0,79:1	10,42	0,0012
5,0 - 5,9	179	205	0,87:1	1,62	ns
6,0 - 6,9	23	128	0,17:1	71,62	< 0,0001
7,0 - 7,9	0	99	0:99	97,01	< 0,0001
8,0 - 8,9	1	72	0,01:1	67,12	< 0,0001
9,0 - 9,9	0	7	0:7	5,14	0,0233
10,0 - 10,9	0	3	0:3	1,33	ns
Total	755	1668	0,45:1	343,27	< 0,0001

ns: não significativo

### Período reprodutivo

Foi constatada a ocorrência de fêmeas ovígeras em praticamente todos os meses estudados, com exceção do mês de maio em 2012 e 2013. Com isso, pôde-se evidenciar um padrão de reprodução do tipo contínuo, estando as fêmeas ovígeras presentes em 12 dos 13 meses em que

foram coletados indivíduos (Figura 16). A porcentagem total de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas foi de 40,6 % (102 fêmeas ovígeras em 251 fêmeas coletadas). As menores frequências relativas mensais de fêmeas com ovos foram encontradas em julho/12 (14,28 %) e agosto/12 (25 %), enquanto as maiores porcentagens foram observadas nos meses de abril (67,85 %) e junho (66,66 %) de 2012.

Foi possível visualizar a ocorrência de picos reprodutivos durante um período de coleta quando se compara com os demais meses. Esse aumento na reprodução ocorreu entre os meses de abril e junho/12. Nos outros meses, principalmente entre setembro/12 e abril/13, a frequência de fêmeas ovígeras permaneceu entre 34 e 50 % (Figura 16).

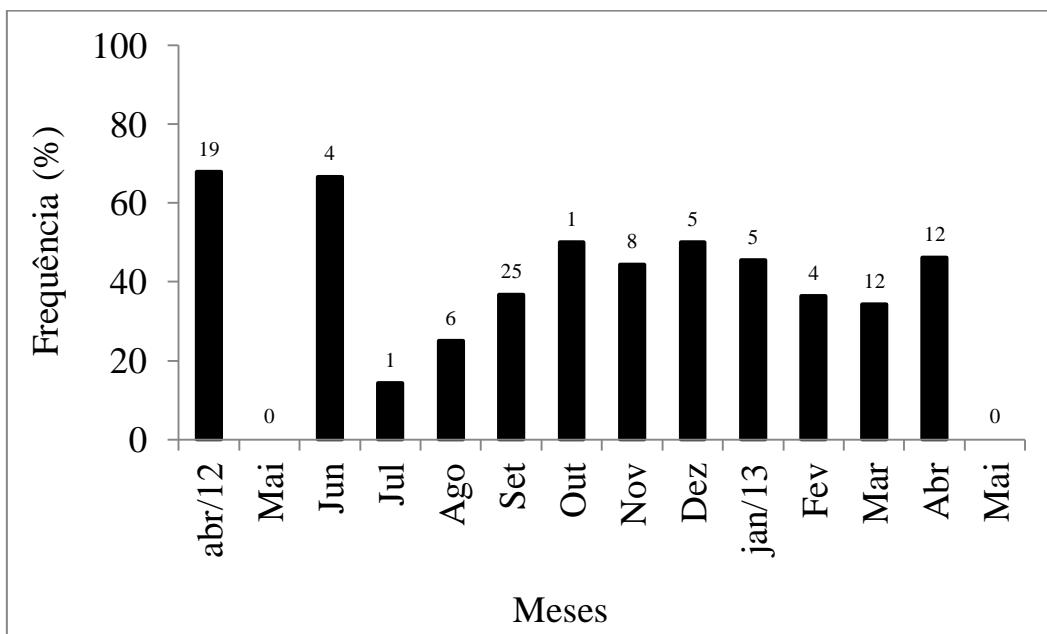


FIGURA 16: Frequência relativa de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas coletadas mensalmente entre abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais. (O valor acima das barras representa o número de fêmeas com ovos utilizadas para a obtenção da frequência)

Durante as coletas mensais, a pluviosidade variou entre 0 mm em agosto a 313 mm em janeiro, com média de 128 mm/ mês. Ainda que tenha havido uma tendência de crescimento da frequência de fêmeas ovígeras com um aumento da pluviosidade em meses como setembro e outubro/12, não foi verificada relação entre essas duas variáveis ( $r = 0,174$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 17).

Quanto à temperatura da água, esta variou entre 21°C e 29°C, com uma média de  $25,7 \pm 3,2$  °C. Apesar de alguns meses em que houve um aumento da frequência de fêmeas ovígeras como setembro, outubro e dezembro/12, coincidirem com um aumento da temperatura da água, não houve correlação significativa entre tais variáveis ( $r = 0,437$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 18).

Na figura 18, pode-se observar que a temperatura foi obtida de julho/12 a abril/13, com isso, esta foi relacionada com a frequência de fêmeas ovígeras encontradas durante esse intervalo especificado, apesar de terem sido obtidas fêmeas com ovos em abril e junho/12. No mês de maio/13 obteve-se a temperatura, mas não foram capturadas fêmeas para avaliação.

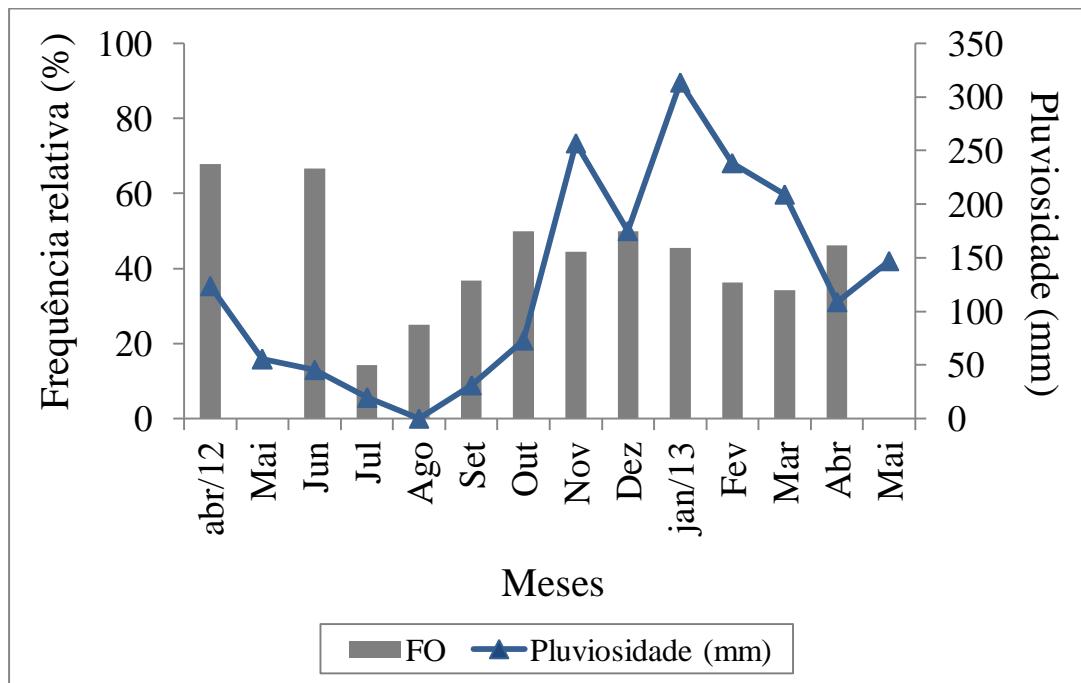


FIGURA 17: Frequência relativa de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* de acordo com a pluviosidade, durante o período de abril/12 a maio/13.

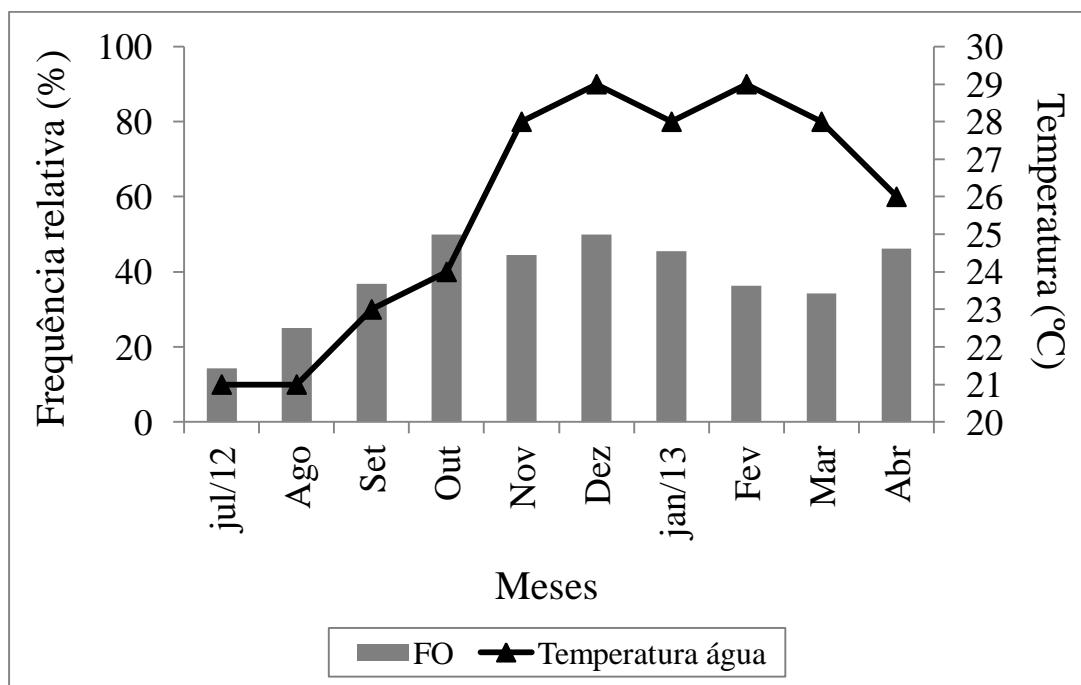


FIGURA 18: Frequência relativa de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* de acordo com a temperatura da água, durante o período de julho/12 a abril/13.

### Tamanho da primeira maturação

Para analisar o tamanho da primeira maturação alcançado pelos indivíduos, utilizou-se a maturidade funcional que é definida quando os indivíduos são capazes de participarem do processo reprodutivo e gerar descendentes, através da observação de fêmeas na condição ovígera. Os machos são considerados maduros quando há a presença de espermatozóides no vaso deferente (López Greco & Rodríguez, 1999). Com isso, estimou-se que as fêmeas iniciam sua maturação aos 6,3 mm de comprimento da carapaça, já que este foi o tamanho da menor fêmea com ovos encontrada. O tamanho da maturidade sexual para os machos não foi obtido, uma vez que não foi realizada a análise macro e/ou microscópica das gônadas.

Na tentativa de estimar a maturidade através da classe de comprimento da carapaça em que se encontravam mais de 50% do número de fêmeas ovígeras da população (Vazzoler, 1982), foram utilizadas as medidas dos tamanhos da carapaça de 102 fêmeas ovígeras de *M. amazonicum*, que foram distribuídas em classes de tamanho que variaram de 6,3 mm a 10,7 mm. Considerou-se que a classe de tamanho entre 7,8 - 8,2 mm foi a primeira na qual mais de 50% das fêmeas ovígeras surgiram, sendo este o potencial intervalo de comprimento de início da maturação sexual dos indivíduos (Figura 19).

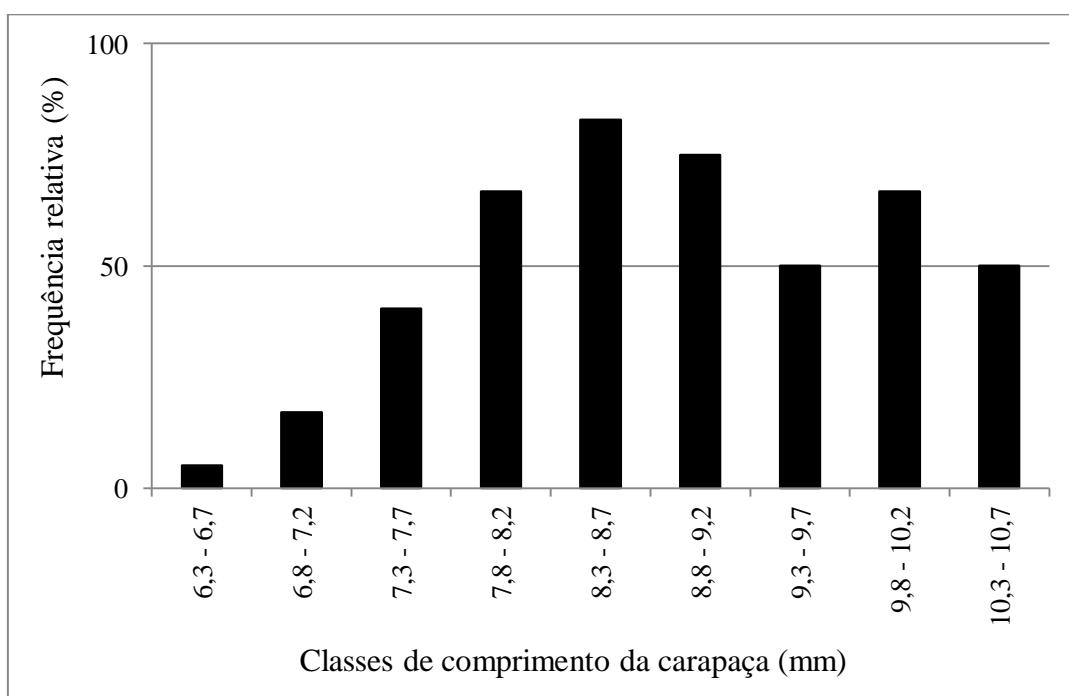


FIGURA 19: Frequência relativa de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas, por classes de tamanho, coletadas entre abril/12 a maio/13 na Represa de Miranda, Minas Gerais.

## Fecundidade

A fecundidade foi analisada com base na contagem de ovos que se encontravam no início do estágio de desenvolvimento de 58 fêmeas ovígeras. As fêmeas apresentaram comprimento da carapaça entre 6,3 e 9,8 mm e fecundidade variando de 33 a 389 ovos (média de  $203 \pm 78,6$  ovos/fêmea). Na análise mensal, o número de ovos variou de 118 (junho) a 297 (março), obtendo-se uma média de  $209 \pm 79$  ovos/fêmea por mês (Tabela 6).

TABELA 6: Fecundidade total e fecundidade média ( $\pm$  DP) de fêmeas de *M. amazonicum* em cada mês, de abril/12 a maio/13. ( - ) indica ausência de fêmeas ovígeras no mês ou de fêmeas com ovos no estágio inicial.

Mês	Fêmeas		Número total de ovos	Número médio de ovos/fêmea $\pm$ DP
	Total	Ovígeras		
Abril/12	121	11	1806	$164 \pm 78$
Maio	0	-	-	-
Junho	79	2	236	$118 \pm 64$
Julho	39	1	137	137
Agosto	108	3	600	$200 \pm 84$
Setembro	145	17	3309	$195 \pm 88$
Outubro	20	-	-	-
Novembro	75	6	1570	$262 \pm 76$
Dezembro	99	3	851	$284 \pm 23$
Janeiro/13	217	4	851	$213 \pm 28$
Fevereiro	52	2	463	$232 \pm 57$
Março	97	2	593	$297 \pm 84$
Abril	202	7	1359	$194 \pm 44$
Maio	414	-	-	-
Total	1668	58	11.775	$209 \pm 79$

O resultado da regressão linear do número de ovos aderidos aos pleópodos pelo tamanho das fêmeas revelou existir uma correlação positiva entre essas duas variáveis ( $p < 0,001$ ), ou seja, houve um aumento da fecundidade com o crescimento das fêmeas e consequentemente, uma influência do tamanho desses indivíduos na média mensal da fecundidade, sendo que para cada aumento de unidade do corpo da fêmea, o número de ovos aumentou em aproximadamente 73 vezes (Figura 20).

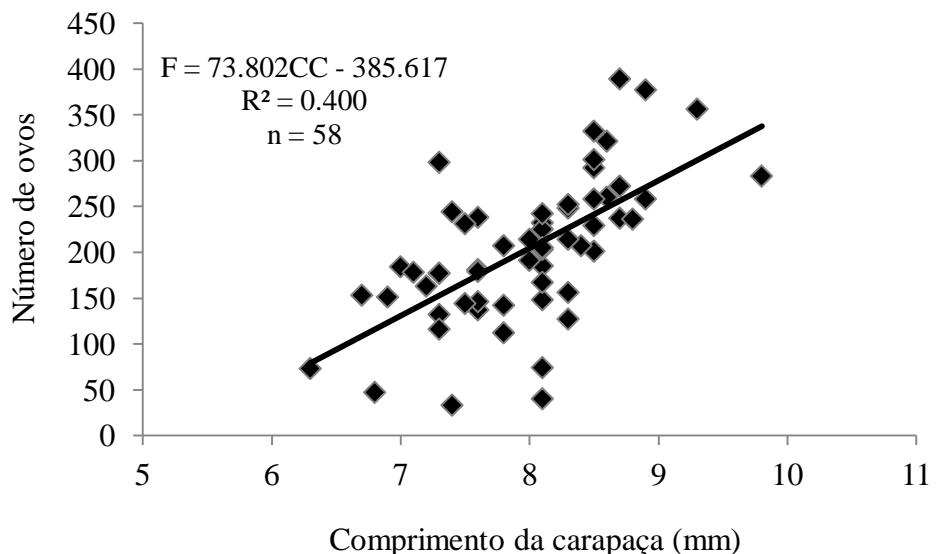


FIGURA 20: Relação entre o número de ovos e o comprimento da carapaça de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* amostradas na Represa de Miranda - MG, durante o período de abril/12 a maio/13. Na equação: F = fecundidade e CC = comprimento da carapaça.

#### Estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos

Todos os ovos das 102 fêmeas ovígeras foram analisados quanto ao estágio de desenvolvimento embrionário e foi verificado que 58 fêmeas possuíam ovos no estágio inicial (56,9% das fêmeas com ovos no estágio I), 35 fêmeas tinham ovos no estágio intermediário (34,3% de fêmeas com ovos no estágio II) e 9 fêmeas foram observadas com ovos no estágio final (8,8% das fêmeas da população com ovos no estágio III). Foram contados no estágio inicial 11.775 ovos, já no estágio intermediário foram encontrados 7.321 ovos e no estágio final 702 ovos, totalizando assim 19.798 ovos.

Com a variação mensal do número de ovos, seus estágios também diferem entre os meses, o que refletiu diretamente no recrutamento de novos indivíduos na população, dependendo da fase em que os ovos se encontravam. Por exemplo, os meses de março e abril/13 possuem grande quantidade de ovos no estágio intermediário, além de março possuir ovos já no estágio final (Figura 21), o que indica que nos meses seguintes houveram mais indivíduos entrando na população. Desse modo, foi possível visualizar que ocorreu um acréscimo no número de indivíduos no mês de abril/13 e principalmente em maio/13, sendo que neste último mês houve uma das maiores taxas de recrutamento (Figura 15).

O mês de outubro foi retirado desta análise, pois foi encontrado um reduzido tamanho amostral de três ovos já no estágio final, o que é considerado apenas um vestígio da ninhada de

ovos que estava incubada na fêmea. Com isso, assume-se que seja possível visualizar uma tendência no aumento da entrada de indivíduos na população no mês seguinte, como pode ser observado em novembro (Figura 15).

Na figura 21 é possível observar a predominância de ovos no estágio inicial na maioria dos meses analisados, com exceção de junho/12 e março e abril/13, mas é possível perceber que há ovos em praticamente todos os meses, o que confirma um padrão de reprodução contínuo e um recrutamento direto ao longo do período estudado. O mês de maio/12 não foi incluído por não terem sido capturados indivíduos de *M. amazonicum*. Já no mês de maio/13, não foram encontradas fêmeas com ovos.

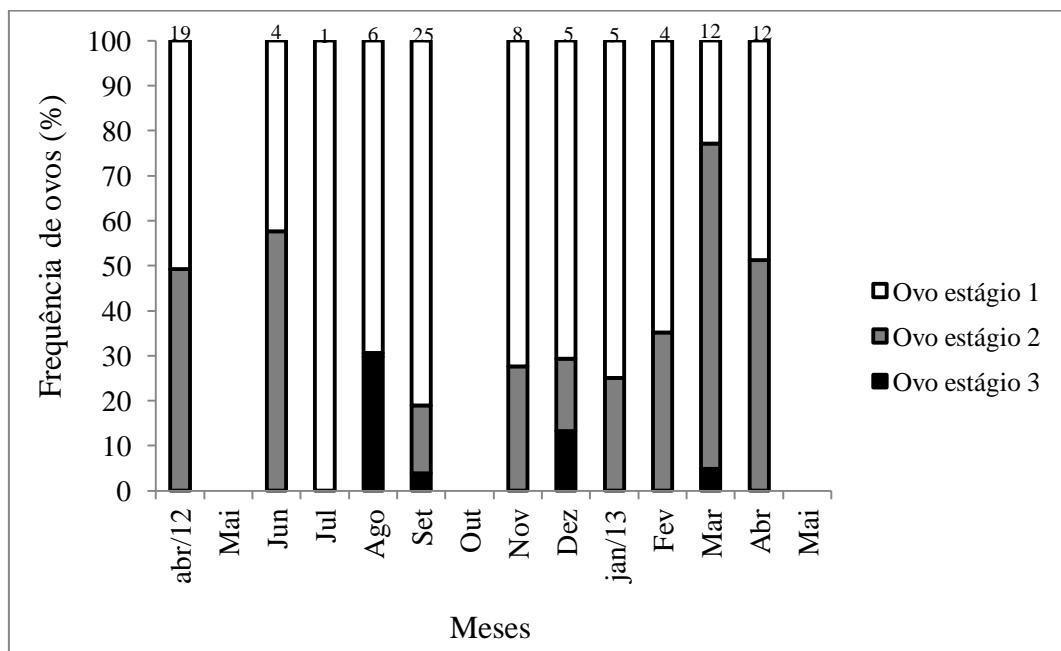


FIGURA 21: Frequência relativa (%) de ovos obtidos mensalmente relacionados com seus respectivos estágios de desenvolvimento embrionário: 1- inicial; 2- intermediário e 3- final. (O valor acima das barras representa o número de fêmeas ovígeras utilizadas para a obtenção da frequência)

#### Variação do tamanho/volume do ovo durante o desenvolvimento embrionário

Na análise do tamanho dos ovos em seus respectivos estágios (I - inicial; II - intermediário e III - final), o eixo menor, correspondente à largura do ovo, teve uma variação média de  $0,57 \pm 0,04$  mm no estágio I a  $0,67 \pm 0,06$  mm no estágio III, havendo uma diferença significativa no tamanho do eixo menor entre os três estágios ( $F = 90,175$ ;  $p < 0,001$ ). Em relação ao eixo maior,

correspondente ao comprimento do ovo, houve uma variação média de  $0,70 \pm 0,05$  mm no estágio I a  $0,97 \pm 0,06$  mm no estágio III, sendo também observada diferença significativa no tamanho do eixo maior entre os três estágios ( $F = 728,060$ ;  $p < 0,001$ ). Em relação ao volume, houve uma variação média de  $0,12 \pm 0,02$  mm<sup>3</sup> no estágio inicial a  $0,23 \pm 0,05$  mm<sup>3</sup> no estágio final, sendo que este diferiu significativamente entre os estágios de desenvolvimento embrionário ( $F = 228,413$ ;  $p < 0,001$ ). A média com o respectivo desvio padrão e os valores mínimos e máximos encontrados para os eixos menor e maior e para o volume dos ovos são apresentados na tabela 7.

TABELA 7: Medidas dos ovos de *M. amazonicum* em três estágios de desenvolvimento embrionário (I, II, III). Média ± DP ( $n = 300$ ), os números entre parênteses são os menores e maiores valores encontrados.

Estágio	Eixo menor (mm)	Eixo maior (mm)	Volume do ovo (mm <sup>3</sup> )
I	$0,57 \pm 0,04$ (0,42 - 0,67) <sup>a</sup>	$0,70 \pm 0,05$ (0,53 - 0,82) <sup>a</sup>	$0,12 \pm 0,02$ (0,05 - 0,18) <sup>a</sup>
II	$0,62 \pm 0,04$ (0,51 - 0,73) <sup>b</sup>	$0,81 \pm 0,04$ (0,73 - 0,91) <sup>b</sup>	$0,16 \pm 0,03$ (0,11 - 0,24) <sup>b</sup>
III	$0,67 \pm 0,06$ (0,53 - 0,87) <sup>c</sup>	$0,97 \pm 0,06$ (0,84 - 1,16) <sup>c</sup>	$0,23 \pm 0,05$ (0,13 - 0,44) <sup>c</sup>

Médias ± Desvio Padrão na mesma coluna seguidas de letras distintas, diferem entre si ( $p < 0,001$ ) pelo Teste de Tukey

#### Relação entre o tamanho/volume dos ovos e o tamanho da fêmea

Estas duas análises foram feitas com o objetivo de verificar se as fêmeas com tamanhos de carapaça diferentes, mas que possuíam ovos no mesmo estágio de desenvolvimento embrionário, também apresentavam ovos com tamanhos distintos. A relação entre o volume médio dos ovos nos estágios inicial, intermediário e final com o tamanho do corpo das fêmeas ovígeras (CC) não foi significativa ( $r = -0,273$ ;  $p > 0,05$ ), conforme pode ser visto na figura 22, bem como o tamanho médio dos ovos referente aos diâmetros maior e menor nos três estágios não depende do tamanho da fêmea ( $r = -0,309$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 23). Com isso, pode-se inferir que o tamanho da fêmea não influencia diretamente nas dimensões dos ovos.

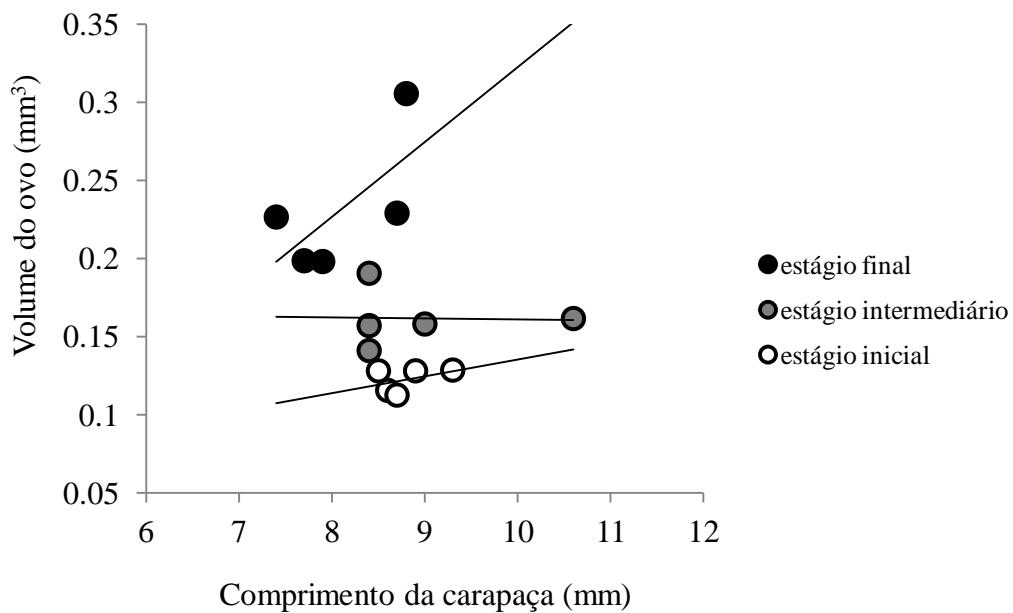


FIGURA 22: Relação entre o volume médio dos ovos em seus três estágios de desenvolvimento e o tamanho das fêmeas de *M. amazonicum* coletadas na Represa de Miranda, MG no período de abril/12 a maio/13.

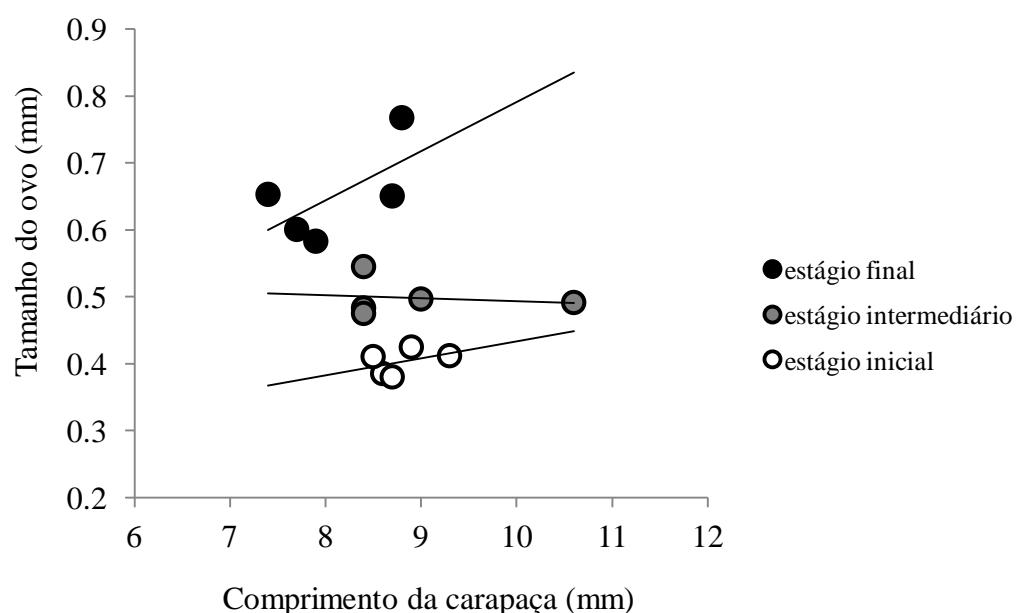


FIGURA 23: Relação entre o tamanho médio dos ovos em seus três estágios de desenvolvimento e o tamanho das fêmeas de *M. amazonicum* coletadas na Represa de Miranda, MG no período de abril/12 a maio/13.

## DISCUSSÃO

Podemos dizer que em praticamente todos os meses houve a ocorrência de exemplares de *M. amazonicum*. Segundo Bialetzki et al. (1997), esta espécie apresenta um rápido desenvolvimento e ampla capacidade de colonização, o que lhe confere uma grande plasticidade adaptativa às adversas condições ambientais (Vergamini et al., 2011). Em um trabalho realizado em duas regiões estuarinas no nordeste do Pará, sendo estas as comunidades de Curral Velho e Flexal, Freire et al. (2012) encontraram espécimes de *M. amazonicum* nos doze meses do período de estudo em Curral Velho e em nove desses doze meses em Flexal. Já Silva et al. (2005) capturaram exemplares dessa espécie em todo o período de estudo, equivalente a doze meses, também no estado do Pará.

Somente no mês de maio/2012 não foram encontrados indivíduos de *M. amazonicum* e existem duas suposições acerca deste acontecimento. A primeira delas é a de que tenha havido uma forte chuva no local, já que de acordo com os índices pluviométricos obtidos, nos meses de abril e maio ocorria a transição do período chuvoso para o seco. Com isso, a chuva pode ter ampliado as áreas alagadas que propiciam a formação de mais ambientes protegidos, o que colaboraria para a dispersão dos espécimes. A segunda suposição está relacionada com o fato da amostragem referente à este mês, ter sido realizada no período diurno. Coelho (1963) afirma que as espécies do gênero *Macrobrachium* são crepusculares, com atividades mais acentuadas no fim do dia quando saem à procura de alimento. Esse movimento noturno, ou seja, a migração vertical realizada pelos organismos em direção à superfície, ocorre em resposta à predação por peixes durante o dia na superfície da água (Zaret & Suffern, 1976), assim, no período diurno os camarões permanecem em abrigos para se protegerem (Azevedo, 2004).

A proporção sexual de *M. amazonicum* é ferramenta indispensável para o entendimento dos mecanismos reprodutivos da espécie, sobretudo o estudo destes padrões em ambiente natural. A razão sexual observada para essa espécie no presente estudo mostra que a população não está estável em relação à proporção teórica esperada de 1:1 para os sexos, visto que ocorre uma proporção favorável às fêmeas, tanto mensalmente quanto nas classes de tamanho (1M : 2,2F). Wenner (1972) menciona que razões sexuais desviadas da proporção esperada de 1:1 são amplamente difundidas entre os crustáceos e propõe que essa razão é influenciada por migrações sazonais, mortalidade, longevidade e pela predação. De acordo com Taddei (2006), o maior número de fêmeas favorece um maior índice de fecundação, devido principalmente à característica de reprodução contínua da espécie.

A razão sexual mensal na Represa de Miranda evidencia um desvio significativo para a proporção de fêmeas em todos os meses de coleta, exceto em outubro, quando não ocorreu diferença significativa. Quanto às classes de tamanho, uma maior proporção de fêmeas foi

observada nas menores classes (de 3,0 a 4,9 mm de CC), além de haver um desvio significativo para esse sexo nas maiores classes (de 6,0 a 9,9 mm de CC), com exceção da classe intermediária (de 5,0 a 5,9 mm de CC). Hoffmann (2007) também verificou um predomínio de fêmeas nas primeiras e últimas classes de tamanho, enquanto os machos apresentaram uma maior frequência relativa entre os tamanhos intermediários em uma população de *Potimirim glabra* (Kingsley) em um rio de Ubatuba (SP). De acordo com Vazzoler (1996), o fato de haver uma maior quantidade de fêmeas nas classes superiores de tamanho, denota um tipo de adaptação para o aumento da fecundidade e do potencial reprodutivo da espécie e consequentemente, de recrutamento da população.

No presente estudo, a obtenção de uma maior proporção de fêmeas durante praticamente todo o período de coleta pode estar associada às características da área, com poucos locais para estas se abrigarem entre as vegetações marginais. De acordo com Antunes (2004), as fêmeas refugiam-se em determinados locais do habitat, na tentativa de tornarem-se menos susceptíveis aos predadores. Este fato ocorre, devido a uma maior intensidade de predação sobre as fêmeas maduras que tendem a ser maiores do que os machos. Coelho & Santos (1993) também sugeriram que as proporções de machos e fêmeas em uma determinada área provavelmente estão relacionadas com as fases do processo reprodutivo, nas quais as fêmeas se agregam em áreas de reprodução e são, portanto, mais sujeitas de serem capturadas quando a coleta é realizada em tais áreas. Para *M. iheringi* (Ortmann, 1897), Rodrigues (1996) propôs que a predominância de fêmeas em um estudo realizado em São Paulo, possa ser uma estratégia reprodutiva para compensar a baixa fecundidade da espécie, fato este que também ocorre com *M. amazonicum* que possui uma fecundidade menor quando comparado à outras espécies do mesmo gênero (Maciel & Valenti, 2009).

Essa proporção favorável às fêmeas em *M. amazonicum* também foi verificada em vários estudos (Odinetz-Collart, 1987, 1988, 1991b; Gamba, 1997; Porto, 1998; Montoya, 2003; Borges, 2003; Silva et al., 2005; Silva et al., 2007; Sampaio et al., 2007; Silva, 2010; Freire et al., 2012; Hayd & Anger, 2013). Contudo, Silva et al. (2002a,b) encontraram resultados em que houve predominância de machos da mesma espécie. Para várias espécies do gênero *Macrobrachium* têm-se o registro de uma proporção sexual também favorável às fêmeas, como a encontrada em São Sebastião (SP) uma razão de 1M:4,3F para *M. olfersi* (Mossolin & Bueno, 2002), em Minas Gerais uma proporção de 1M:1,48F para *M. jelskii* (Barros-Alves et al., 2012), no México uma proporção de 1M:1,6F para *M. acanthurus* (Román-Contreras & Campos-Lince, 1993) e em São Paulo uma proporção de 1M:2,6F para *M. brasiliense* (Heller, 1862) (Mantelatto & Barbosa, 2005).

No que se refere às características morfométricas, Hayd & Anger (2013) estudando *M. amazonicum* no Pantanal (Lagoa Baiazinha), observaram o menor macho com 2,5 mm de carapaça (tamanho mínimo para checagem do sexo) e a menor fêmea com ovos capturada tinha 6,0 mm em uma outra lagoa de cultivo. Porto (1998) também trabalhou com a mesma espécie na bacia

hidrográfica do Rio Meia Ponte em Goiás e encontrou o menor macho com 2,7 mm de CC e a menor fêmea incubando ovos com 6,4 mm de CC. Silva (2010) encontrou no Rio Grande em Minas Gerais, o menor macho com 3,8 mm de CC e a menor fêmea ovígera com 6,0 mm de CC. Pode-se observar que os valores encontrados foram próximos aos do presente estudo (Represa de Miranda), no qual o tamanho da checagem mínima do sexo foi de 3,0 mm de CC e a menor fêmea ovígera possuía 6,3 mm de CC. Hayd & Anger (2013) ressaltam que uma das diferenças que podem ser vistas entre populações de *M. amazonicum* é o tamanho mínimo dos machos que pode ser observado a partir do aparecimento do apêndice e mencionam que os machos do Pantanal atingem esse estágio em tamanho menor que os indivíduos de outras populações, especialmente às de estuário. Para os autores, este fato indica uma mudança no desenvolvimento dos sistemas reprodutivos e essa modificação da maturidade, pode compensar a menor longevidade indicada pelo menor tamanho dos indivíduos de águas interiores. Em consequência, o tempo de reprodução é maior e a renovação da geração é acelerada.

Freire et al. (2012), estudando a espécie *M. amazonicum* em duas regiões de um estuário no nordeste do Pará, encontraram amplitudes para os machos de 7,6 a 31,5 mm de CC e 5,0 a 32,5 mm de CC para as fêmeas em um dos locais e o comprimento de 10,1 a 29,6 mm de CC para os machos e 9,3 a 27,0 mm de CC para as fêmeas no outro local. Já Silva (2011) capturou indivíduos da mesma espécie em ilhas de Belém (PA) e observou amplitudes de 1,55 a 34,23 mm de CC para indivíduos machos e 2,57 a 44,72 mm de CC para indivíduos fêmeas. Pode-se observar variações na biometria dos dois trabalhos mencionados, que foram realizados em estuários e ilhas no estado do Pará, com a do presente estudo, tanto para os tamanhos mínimos como para os máximos, já que neste estudo realizado na Represa de Miranda, os machos apresentaram amplitude de 3,0 a 8,1 mm de CC (média:  $4,5 \pm 0,72$ ) e as fêmeas, amplitude de 3,0 a 10,6 mm de CC (média:  $4,65 \pm 1,47$ ). Silva (2011) relatou que os elevados comprimentos dos indivíduos observados em seu estudo se devem às condições do local, já que o estuário oferece condições de crescimento e proteção maiores, além das larvas poderem se alimentar de microorganismos, fitoplâncton e zooplâncton que são muito abundantes neste tipo de ambiente.

As variações biométricas entre diferentes populações de *M. amazonicum*, foram mencionadas por Porto (2004), com os espécimes de ambientes costeiros apresentando comprimentos superiores aos de ambientes continentais. O estudo de Hayd & Anger (2013) também mostrou diferenças biológicas marcantes entre populações que vivem no Pantanal e as que vivem em estuários ou águas interiores de outras bacias da América do Sul diferentes da Paraná-Paraguai. Porém, os autores ressaltam que embora diferenças significativas tenham sido observadas entre populações de *M. amazonicum* em vários trabalhos no que se refere às características morfológicas e morfométricas (Porto, 2004), bem como na genética molecular (Bastos, 2002), essas variações

não foram consideradas suficientes para justificar uma divisão taxonômica do complexo *M. amazonicum* (Maciel & Valenti 2009; Vergamini et al., 2011). No entanto, recentes resultados que demonstraram diferenças fisiológicas e de desenvolvimento entre camarões desta espécie de águas estuarinas do norte do Brasil e de águas do interior no Pantanal, indicam uma divergência filogenética entre populações alopátricas (Anger & Hayd, 2010; Charmantier & Anger, 2011; Urzúa & Anger, 2011).

O comprimento máximo da carapaça observado neste estudo (Represa de Miranda) foi de 10,6 mm. Em comparação, Odinetz-Collart (1988) no Baixo rio Tocantins (PA) observou o maior comprimento da carapaça para exemplares de *M. amazonicum* de 28 mm, enquanto no lago de Tucuruí (PA) encontrou o comprimento máximo de 18 mm de CC. Em 1993, Odinetz-Collart & Moreira observaram os maiores indivíduos com 22 mm de CC no rio Amazonas e com 18 mm de CC os indivíduos do Lago do Rei, ambos os locais situados na Ilha do Careiro (AM). Em Minas Gerais, Soares et al. (2009) observaram que os indivíduos da espécie *Macrobrachium jelskii* coletados no Rio São Francisco, apresentaram tamanho médio significativamente maior (variação de 2,5 a 16,62 mm de comprimento docefalotórax) que os da Represa de Três Marias (variação de 1,81 a 17,05 mm de comprimento docefalotórax). Quando se compara os tamanhos obtidos para os indivíduos de sistemas lênticos de águas mais calmas como das represas, com os de sistemas lóticos de águas correntes dos grandes rios, pode-se observar que esses últimos apresentam comprimentos maiores devido ao efeito aparente do fluxo do rio sobre o desenvolvimento dos animais (Odinetz-Collart, 1988; Odinetz-Collart & Moreira, 1993; Porto, 2004).

A relação morfométrica entre o comprimento total do camarão (CT) e o comprimento da carapaça (CC) apresentou alometria negativa para os dois sexos. Isto sugere que ocorre um aumento na proporção do comprimento total mais rápido que o comprimento da carapaça à medida que os animais crescem. Este resultado corrobora com os obtidos por Bentes et al. (2011), Silva (2011), Freire et al. (2012) e Hayd & Anger (2013), também para a espécie *M. amazonicum*. Um aumento do comprimento total do corpo para as fêmeas pode ter ocorrido devido ao crescimento em maior proporção do abdômen, uma vez que esta parte do corpo do camarão possui efetiva participação na incubação dos ovos que ficam aderidos aos pleópodos, conforme proposto por Silva et al. (2007) para camarões da mesma espécie em Belém (PA). Por outro lado, Moraes-Riodades & Valenti (2002) observaram um maior crescimento docefalotórax em relação ao comprimento total em exemplares de *M. amazonicum* cultivados em viveiros e relatam que provavelmente isto ocorre, porque nesta região estão concentrados os órgãos vitais do camarão (coração, estômago, gônadas e brânquias).

A estrutura populacional variou em função do sexo dos espécimes, sendo que as fêmeas foram os maiores indivíduos da população. Essa informação é corroborada por vários autores que

também trabalharam com *M. amazonicum*, como por exemplo, Hayd & Anger (2013) que obtiveram em seu trabalho uma diferença morfométrica altamente significativa entre os sexos, sendo a maior fêmea encontrada com 13,7 mm de CC e o maior macho com 11,1 mm de CC. Odinetz-Collart & Moreira (1993) encontraram uma média de comprimento da carapaça de 10,90 mm e 9,31 mm para fêmeas e machos respectivamente em um dos locais de estudo e uma média de 12,91 mm de CC para as fêmeas e de 11,13 mm de CC para os machos no outro local, ambos na Amazônia Central (Ilha do Careiro). Silva (2011) obteve uma média de tamanho para as fêmeas de 14,80 mm de CC e para os machos uma média de 12,95 mm de CC coletados no Pará, enquanto Silva et al. (2007) obteve uma média de 6,49 cm de comprimento total para as fêmeas e de 5,97 cm de CT para os machos na Ilha de Combú (PA), já Bentes et al. (2011) encontraram média de 12,7 mm de CC para as fêmeas e de 11,3 mm de CC para os machos na Baía do Guará (PA).

Nos crustáceos, geralmente os padrões de crescimento corporal são similares entre os sexos até os indivíduos alcançarem a maturidade sexual e a partir daí, tornam-se mais lentos nas fêmeas, que atingem tamanhos inferiores aos dos machos na maioria das espécies, provavelmente pelo fato delas utilizarem suas reservas energéticas para a maturação das gônadas e consequentemente reduzirem suas taxas de crescimento (Mauchline, 1977 *apud* Bond & Buckup, 1983). Isto é, há um trade-off entre a energia e os materiais alocados para o esforço reprodutivo e o crescimento (Begon et al., 2006). Hayd & Anger (2013) sugerem que essa variação de tamanho entre machos e fêmeas esteja relacionada à presença ou ausência dos morfotipos nos quais os machos são categorizados e destacam que na ausência desses morfotipos, as fêmeas normalmente possuem um tamanho maior. No caso do presente estudo, não foi detectada a presença de machos com características morfológicas distintas, assim como não foi identificado por Hayd & Anger (2013) em seu trabalho no Pantanal. De acordo com Maciel & Valenti (2009), algumas populações naturais não possuem morfotipos de machos, o que reforça a hipótese de que o desenvolvimento da população depende de fatores ambientais.

Em *Macrobrachium* spp., a diferenciação dos machos em morfotipos com quelas muito grandes, está associada ao seu comportamento de guarda, o que lhe garante a competição intraespecífica e a dominação deste sobre as fêmeas durante o processo de cópula (Barki et al., 1991a, b; Moraes-Riodades & Valenti, 2004). A fraca expressão desse dimorfismo sexual associada com a ausência de investimentos na defesa das potenciais fêmeas para o acasalamento, tornam os machos menores (Correa & Thiel, 2003). No presente estudo, a ausência de morfotipos de machos pode estar relacionada ao acasalamento indiscriminado destes com as fêmeas, o que favorece uma população com baixas proporções de machos, já que estes se reproduzem com várias fêmeas ao invés de escolherem somente algumas e com isso, contribuem para a manutenção do ciclo reprodutivo e da população. De acordo com Moraes-Riodades & Valenti (2004), machos com

menor tamanho e menores quelípodos devem ser mais ativos e ter maior mobilidade para escaparem de predadores.

Em camarões da família Palaemonidae é comum as fêmeas atingirem os maiores tamanhos, provavelmente para poderem maximizar o potencial reprodutivo da espécie através de uma maior fecundidade, já que um tamanho maior auxilia na formação do vitelo e expansão da regiãocefalotorácica para o desenvolvimento dos ovos (Lourenço et al., 2004). De acordo com Shakuntala (1977), o maior tamanho das fêmeas é uma condição essencial à maioria das espécies de carídeos, que carregam seus ovos aderidos aos apêndices abdominais.

As distribuições de frequência de machos e fêmeas do presente estudo apresentaram-se unimodais, com classes modais distintas para fêmeas (3,0 a 3,9 mm de CC) e machos (4,0 a 4,9 mm de CC), observando-se um grupo etário composto essencialmente por indivíduos juvenis. Este padrão de distribuição unimodal também foi verificado para uma população de *Macrobrachium brasiliense* proveniente de Serra Azul, SP (Mantelatto & Barbosa, 2005), com picos de ocorrência nas classes de 6 a 10 mm de CC para os machos e de 4 a 8 mm de CC para as fêmeas e também para uma população de *Macrobrachium jelskii* do Rio Grande, MG (Barros-Alves et al., 2012), com a maior frequência de juvenis de ambos os sexos nas classes de 4 a 6 mm de CC e maior frequência de adultos machos e fêmeas nas classes de 6 a 8 mm de CC. Para a mesma espécie (*M. jelskii*), Lima et al. (2013) também verificaram uma distribuição unimodal, com maior número de indivíduos adultos, compreendidos entre os intervalos de 25,7 a 27,7 mm de comprimento total, tanto para as fêmeas quanto para os machos. Segundo Díaz & Conde (1989), o padrão unimodal é comum entre os crustáceos tropicais, sendo resultado de padrões contínuos de desova, recrutamento, migração e mortalidade.

Neste trabalho, a distribuição de frequência de tamanho também revelou uma maior abundância de fêmeas nas classes finais (de 7,0 a 10,9 mm de CC), o que faz com que os machos pareçam ter uma vida mais curta ou crescer menos do que as fêmeas. De acordo com Silva (2011), os machos possuem uma dinâmica diferenciada, crescendo menos e apresentando maior mortalidade do que as fêmeas na vida adulta, conforme observado pela autora para os machos de *M. amazonicum* no Pará. Eventos como mortalidade diferencial entre os sexos, migração, respostas distintas às adversidades ambientais, desequilíbrio espacial e temporal na utilização dos recursos e padrões etológicos diferenciados entre os sexos, podem ser considerados fatores que influenciam nos tamanhos de machos e fêmeas de uma mesma espécie (Giesel, 1972).

De acordo com os resultados da figura 14, que representa a distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, podemos apresentar argumentos sobre a tendência observada de elevada ocorrência de juvenis nas primeiras classes. O primeiro deles é de que a população não está totalmente representada, o que nos leva a acreditar que provavelmente, houve a exploração de um

trecho não preferencial para a ocorrência do restante da população, ou seja, dos indivíduos adultos, mas sim, o trecho escolhido nos induziu a capturar uma grande quantidade de indivíduos menores. Para obtermos uma maior representatividade da população devido à grande variedade de habitats e hábitos dos crustáceos, houveram tentativas de capturar os camarões com armadilhas contendo iscas de coração de frango e ração, que foram colocadas mais no fundo do local de coleta, porém elas não foram eficazes na captura dos organismos, talvez por não estarem em um local habitual dos camarões, com isso, as coletas foram realizadas com peneiras, já que estas se mostraram eficientes.

Provavelmente, os indivíduos adultos não morrem tão cedo como aparenta, já que nas últimas classes de tamanho eles estão em número reduzido. Supomos que ocorra um deslocamento dos indivíduos para outras áreas conforme eles vão crescendo, já que se sabe que larvas, juvenis e adultos possuem preferências diferentes por habitats, talvez em busca de maior proteção. Outro argumento é em relação à grande quantidade de fêmeas encontradas na primeira classe de tamanho (3,0 a 3,9 mm de comprimento de carapaça). Presumivelmente, alguns indivíduos considerados fêmeas podem ser machos, porém, no momento em que o sexo dos exemplares foi identificado, os apêndices dos machos não estavam suficientemente desenvolvidos para ser feita a diferenciação entre os sexos, o que levou à grande tendência de fêmeas na primeira classe e que pode ter influenciado na razão sexual. Para comparar, é possível perceber na figura 14 que nas duas classes seguintes de 4,0 a 5,9 mm de CC, a diferença no número de indivíduos entre os sexos já não é tão discrepante, fato este que se deve ao desenvolvimento do apêndice dos machos que permitiu realizar a diferenciação sexual com maior segurança.

Na avaliação do recrutamento, pudemos constatar que jovens entraram constantemente na população, havendo meses com maior intensidade destes indivíduos, sendo estes os meses de novembro e dezembro/12 e abril e maio/13. Silva (2011) avalia que o número de picos de recrutamento compensa as altas taxas de mortalidade registradas para *M. amazonicum* e que em toda população, há uma certa quantidade de indivíduos que se reproduzem a cada período e são estes os responsáveis por produzirem a quantidade suficiente de novos espécimes para que em cada época, ingressasse um número suficiente de novos indivíduos que irão manter a população.

A detecção dos picos de indivíduos jovens na população, pode ser reflexo dos estágios de desenvolvimento embrionário em que os ovos se encontravam a aproximadamente 30 a 90 dias antes. Se acompanhamos na figura 21 referente à frequência mensal de ovos relacionados aos seus estágios, veremos que no mês de setembro há ovos nos estágios intermediário e final, o que pode ter refletido no aumento de jovens em novembro, já que há um aumento de indivíduos na primeira classe de tamanho quando se compara com outubro (Figura 15). Também supomos que o pico de recrutamento observado no mês de dezembro seja um reflexo de setembro, já que houve altíssima frequência de ovos no estágio inicial neste mês, o que repercutiu 3 meses depois. Outro pico de

recrutas ocorreu em abril/13, o que pode ter sido influenciado pelos ovos já no estágio final do mês de março. Por fim, o resultado da grande quantidade de ovos no estágio intermediário em março (Figura 21), pode ser visto no alto recrutamento que aconteceu 2 meses depois em maio/13 (Figura 15).

A frequência de juvenis em uma população pode variar de acordo com vários fatores como a presença de abrigos, por exemplo. Dependendo da época do ano, os indivíduos jovens podem ter mais ou menos locais para se estabelecerem e ficarem mais protegidos. Mantelatto & Barbosa (2005) argumentam que podem ocorrer flutuações sazonais da vegetação marginal, sendo que esta representa o refúgio para as fases iniciais do ciclo de vida do camarão. Outro fator que pode influenciar na frequência de juvenis, é a predação à que estes estão sujeitos. Velludo et al. (2005) e Bennemann et al. (2006), estudando o comportamento alimentar de *Plagioscion squamosissimus*, um peixe conhecido como corvina, em represas de São Paulo e do Paraná respectivamente, descobriram que a espécie *Macrobrachium amazonicum* fazia parte da dieta deste peixe. Os primeiros autores verificaram que esta espécie foi um item secundário na dieta do peixe. Já Bennemann et al. (2006) observaram que *M. amazonicum*, em alguns períodos, foi o item de maior participação na alimentação da corvina, porém, os dois trabalhos mencionados não especificaram se os camarões eram indivíduos menores (juvenis) ou maiores (adultos).

No que se refere ao crescimento dos indivíduos, a análise da figura 15 nos leva a considerar que estes possuem uma baixa longevidade, já que o crescimento dos primeiros jovens pode ser melhor acompanhado nas primeiras classes e posteriormente, o número de adultos reduz nas últimas classes. No entanto, conforme discutido anteriormente na distribuição dos indivíduos nas classes de tamanho, existe o pressuposto de que a população não tenha sido totalmente representada pela falta de adultos, com isso, o número reduzido destes prejudica a avaliação do crescimento dos indivíduos nas últimas classes de tamanho e a estimativa da longevidade dos exemplares.

De acordo com Valenti & New (2000), a taxa de crescimento dos organismos depende tanto de fatores intrínsecos como as características genéticas de cada população, quanto de fatores extrínsecos relacionados ao ambiente, sendo que ambos agem sobre os estágios de desenvolvimento do indivíduo. Eles também ressaltam que a densidade populacional influencia nas taxas de crescimento e sobrevivência, pois alteram a magnitude das interações realizadas pelos camarões que são evidenciadas no comportamento social e na competição. Quando recursos como comida e espaço se tornam insuficientes e a competição aumenta, a taxa de crescimento diminui devido ao maior gasto energético causado pelo stress resultante dessa interação (Valenti et al., 1993).

Segundo Odinetz-Collart & Rabelo (1996), o tamanho do corpo, a taxa de crescimento e os padrões reprodutivos geralmente são afetados por fatores ambientais como a temperatura, a

velocidade da corrente, a disponibilidade de alimentos, além da densidade populacional comentada anteriormente.

Fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* foram capturadas ao longo de todo o período de estudo, mais precisamente em 12 dos 13 meses em que foram realizadas as coletas. Com isso, é provável que cada fêmea de *M. amazonicum* mature, desove e inicie um novo ciclo reprodutivo várias vezes durante o ano, podendo-se evidenciar a ocorrência de um período reprodutivo contínuo com maiores frequências de fêmeas com ovos nos meses de abril e junho/12.

Estudos realizados com a mesma espécie também demonstram a ocorrência de fêmeas ovígeras durante todos os meses amostrados, porém com picos em alguns deles. Freire et al. (2012) relataram maior abundância de fêmeas com ovos em janeiro e fevereiro, Silva (2011) observou maior frequência destas de agosto a janeiro, Azevedo (2004) observou reprodução contínua na espécie com períodos mais intensos nos meses de março, setembro, outubro e dezembro e Silva (2002), observou o mesmo fato quanto à reprodução, com ocorrência de fêmeas ovígeras durante quase todo o ano, com exceção do mês de dezembro, porém com maior intensidade nos meses de fevereiro, maio, junho e setembro. Os quatro estudos mencionados foram realizados no Pará. Sampaio et al. (2007) no Ceará, Bialetzki et al. (1997) no Paraná e Silva (2010) em Minas Gerais, também observaram fêmeas ovígeras durante todo o período de coleta, indicando que esta espécie é capaz de se reproduzir durante todo o ano.

Odinetz-Collart (1993) observou fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* durante o ano todo no Lago do Rei (Amazônia Central), indicando uma reprodução contínua com uma predominância significativa de fêmeas ovadas em três épocas do ano (no meio da vazante, na seca e no meio da enchente) e relatou que isso demonstra a existência de um ou vários fatores no meio aquático que induzem a maturação das gônadas.

Um período contínuo de reprodução também foi verificado para a espécie *M. olfersi* por Mossolin & Bueno (2002) em São Sebastião, com dois períodos de maior atividade reprodutiva nos meses de outubro a abril e em junho e também para a espécie *M. jelskii*, por Barros-Alves et al. (2012) em Minas Gerais, com maior frequência relativa de fêmeas ovígeras em abril e maio.

Vários padrões na reprodução dos crustáceos são adaptativos, sendo moldados por pressões seletivas que procuram maximizar a sobrevivência da nova geração (Hartnoll & Gould, 1988). Assim, conforme Sastry (1983), grandes variações na atividade reprodutiva podem ser justificadas como respostas genotípicas ao ambiente em busca do sucesso reprodutivo em condições favoráveis.

Segundo Pinheiro & Hebling (1998), o período reprodutivo dos crustáceos decápodes de água doce está relacionado com o regime das chuvas, com as variações térmicas e com o fotoperíodo da região. Valenti (1984) confirma tal fato, ressaltando que os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* apresentam reprodução contínua ou periódica, sendo que no Brasil, a

maioria das espécies possui período reprodutivo longo, que pode se estender por todo o ano, mas com um período de maior intensidade. A precipitação pluviométrica é uma variável climática importante devido à sua ampla atuação sobre a concentração de nutrientes, íons em geral e matéria orgânica, alteração da velocidade da corrente dos rios, do pH, da quantidade de oxigênio dissolvido, da turbidez e de outros fatores físico-químicos importantes para os organismos (Maier, 1978). No presente trabalho, não foi detectada relação entre a frequência de fêmeas ovígeras e os índices pluviométricos, já que os meses em que houveram picos reprodutivos (abril e junho/12) não coincidiram com o aumento das chuvas nesses períodos (Figura 17).

A temperatura é uma variável física que influencia na distribuição geográfica das espécies ou de populações e modula a maioria dos processos fisiológicos e metabólicos destes indivíduos. Deste modo, as taxas de alimentação, assimilação, respiração e excreção dos organismos aquáticos são influenciadas pela temperatura e com isso, os organismos irão reagir às variações térmicas do ambiente, apresentando melhores respostas em determinado intervalo de temperatura que pode diferir entre larvas, juvenis e adultos machos e fêmeas da mesma espécie (Daoud et al., 2007).

As variações da temperatura da água e do ar podem interferir no ciclo reprodutivo e gerar períodos favoráveis ou não para a reprodução (Sastry, 1983), uma vez que ela atua no desenvolvimento e maturação de tecidos gonadais (Erdman & Blake, 1987). No presente estudo, as temperaturas mais altas ao longo das coletas não coincidiram com um grande aumento da frequência de fêmeas ovígeras, ou seja, com os picos de reprodução das fêmeas. Com isso, foi possível verificar que a variação desse fator abiótico no local estudado não se apresentou limitante à reprodução da espécie. Este padrão corrobora a maioria dos estudos dedicados à determinação do período reprodutivo de decápodes dulcícolas que colonizam áreas tropicais, nas quais a periodicidade de fatores ambientais que influenciam a reprodução destes organismos se mostra menos evidente quando comparada às regiões temperadas. Para exemplificar, podem ser citados os estudos das espécies de camarões *Macrobrachium potiuna* na Serra do Piloto (RJ) (Antunes & Oshiro, 2004) e *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878) em Ubatuba (SP) (Hoffmann, 2007) em que também não foi verificada associação entre a frequência de fêmeas ovígeras e a temperatura da água.

Quando se compara a frequência de fêmeas ovígeras e fêmeas adultas não-ovígeras nas populações de *M. amazonicum*, nota-se que existe uma tendência destas últimas se sobressaírem numericamente. Neste trabalho, 40,6% das fêmeas estavam na condição ovígera (102 fêmeas ovígeras em 251 fêmeas adultas). Silva et al. (2005) constataram que quando consideraram o número de fêmeas amostradas no Pará, apenas 0,8 % das mesmas eram ovígeras (49 fêmeas ovígeras em 6183 fêmeas). Um valor de 40,3% foi encontrado por Sampaio et al. (2007) no Ceará (332 fêmeas ovígeras em 824 fêmeas). Vários fatores podem ser considerados para ter havido um menor número de fêmeas na condição ovígera entre as adultas no presente estudo. Pode ser reflexo

da escolha de um trecho de coleta em que as fêmeas ovígeras não estavam concentradas. Ao invés disso, elas podem ter migrado para áreas de refúgio em outros pontos da represa onde as condições fossem mais favoráveis a elas. Sabe-se que estas possuem preferência por microhabitats onde a incubação dos ovos e consequentemente o sucesso reprodutivo, serão mais bem assegurados (Ismael & New, 2000). Existe também a possibilidade da frequência de fêmeas ovígeras na população ser naturalmente baixa.

Ainda deve ser considerada a predação que pode ocorrer sobre as fêmeas ovígeras. Segundo Howard & Lowe (1984), essa intensa predação pode ser explicada pelo fato das fêmeas maduras atingirem tamanhos maiores que os machos, bem como por fatores que interferem nos mecanismos de escape das fêmeas ovígeras, sendo eles a massa de ovos que as tornam mais pesadas e o volume dos ovos que prejudica a rápida flexão do abdome. Estes mesmos autores inferem que o maior predador de fêmeas ovígeras de *Macrobrachium intermedium* (Stimpson, 1860) na Austrália, é uma espécie de ave chamada colhereiro real (*Platalea regia*). Além da predação por aves, pode haver predação por peixes, como constatado por Souza et al. (1996) durante exames de conteúdos estomacais em peixes no Rio Grande do Sul. Eles observaram que a traíra (*Hoplias malabaricus*), um dos peixes mais populares do Brasil e presente em quase todos os açudes, lagos e rios, foi o principal predador de fêmeas ovígeras de *Macrobrachium potiuna*.

O tamanho a partir do qual os organismos iniciam a maturidade sexual, é considerado um parâmetro chave da história de vida de uma espécie e reflete a longevidade e o tempo de vida que esta investe em reprodução (Anger & Moreira, 1998). Nos crustáceos decápodes, a maturação das gônadas e a postura de ovos não são controlados apenas por mecanismos endógenos e estão fortemente relacionados com as condições favoráveis do meio, tais como a disponibilidade de alimentos (Magalhães & Walker, 1988) e a variação latitudinal em função da ação diferenciada de fatores ambientais como a salinidade, a temperatura e a luminosidade (Hines, 1989). Fonteles-Filho (1989) afirma que a maturidade também pode variar entre populações de uma determinada espécie, ou mesmo entre indivíduos de uma mesma população.

Neste estudo, aponta-se o comprimento da carapaça mínimo atingido pelas fêmeas ovígeras (6,3 mm) como o tamanho no qual estas potencialmente iniciam sua maturação, assim como foi considerado por Hayd & Anger (2013) e por Silva (2010) também para *M. amazonicum*. Não foi possível estimar o tamanho da maturidade sexual dos machos, com isso, o mesmo tamanho considerado para a maturidade das fêmeas foi considerado para os indivíduos do sexo masculino. Deste modo, consideramos que um macho com 6,3 mm de comprimento da carapaça, também já seria sexualmente maduro assim como as fêmeas, já que presumimos que os mesmos alcancem a maturidade em tamanhos menores do que as fêmeas, a fim de otimizarem sua participação na

população sexualmente ativa. Para a espécie *M. olfersi* (Wiegmann, 1836), Mossolin & Bueno (2002) detectaram uma maturidade dos machos em tamanho menor que das fêmeas.

Também utilizamos o método para estimar a maturidade sexual através da classe de tamanho em que se encontravam mais de 50% do número de fêmeas ovígeras da população (Vazzoler, 1982), que no caso, foi o intervalo de classe de 7,8 a 8,2 mm de CC. Porém, Barros & Fontoura (1996) afirmaram ser a estimativa do tamanho médio da primeira maturação uma simples tendência metodológica, visto que um número significativo de animais ficam maduros antes de atingirem o tamanho indicado. Este fato pode ser visualizado na figura 19, em que na classe anterior à detecção de mais de 50% de fêmeas ovígeras, ou seja, no intervalo de classe de 7,3 a 7,7 mm de CC, já ocorre a presença de quase 50% de fêmeas na condição ovígera. Se foram detectadas fêmeas com ovos em classes anteriores a essa (6,3 mm), é divergente imaginarmos que nesta classe (7,3 - 7,7 mm) as fêmeas não estejam prontas para se reproduzirem.

O tamanho da maturidade apontado neste trabalho (6,3 mm de CC) apresenta-se similar aos tamanhos encontrados por Hayd & Anger (2013) para as fêmeas de *M. amazonicum* no Rio Miranda (6,7 mm de comprimento da carapaça) e em uma lagoa de cultivo (6,0 mm de CC), mas um pouco abaixo do encontrado por eles na Lagoa Baiazinha (7,6 mm de CC), estando os três locais no Pantanal. No entanto, o valor de 6,3 mm de CC é consideravelmente menor que o relatado para populações estuarinas por Freire et al. (2012) (fêmeas: 12 mm de CC /machos: 12,5 mm de CC) e por Silva (2011) (fêmeas: 11,2 mm de CC /machos: 11,5 mm de CC), sendo ambos os trabalhos realizados no Pará.

Vários fatores podem ser considerados para a obtenção de diferentes tamanhos de maturação dos indivíduos. Em relação ao local de estudo, Odinetz-Collart (1991a,b) afirma que em populações que habitam áreas isoladas da costa, onde se enquadra a região deste estudo, os camarões tendem a possuir uma maturação sexual precoce. Outra suposição seria a seletividade dos instrumentos de coleta. Rocha (2010) testando a eficácia de dois métodos de coleta (peneira e armadilha) na captura de crustáceos decápodes em um rio de uma Estação Ecológica em São Paulo, observou diferenças quanto à composição e riqueza da carcinofauna capturada, quanto ao grau de dominância e equitatividade, inclusive diferenças no tamanho e número de indivíduos coletados entre os dois métodos utilizados. Nos trabalhos de Freire et al. (2012) e Silva (2011) mencionados no parágrafo anterior, foram utilizadas armadilhas do tipo matapi de três tamanhos distintos. Como mencionado anteriormente na discussão sobre a distribuição dos indivíduos nas classes de tamanho, houve a tentativa de coletas na Represa de Miranda utilizando armadilhas, porém estas não foram eficientes. Além disso, como há várias maneiras de se determinar o tamanho no qual uma população atinge a maturidade sexual, espera-se uma diferenciação nos resultados quando vários trabalhos são comparados.

Segundo Shakuntala (1977), a estratégia das fêmeas de camarões carídeos de incubar os ovos até a eclosão contribui para uma maior sobrevivência dos embriões, o que consequentemente, otimiza o sucesso reprodutivo das espécies. No que se refere à fecundidade, em *Macrobrachium* spp., ocorre uma variação muito grande do número de ovos que ficam aderidos aos pleópodos das fêmeas. Por exemplo, Lobão et al. (1986) relatam que comparado com outras espécies do mesmo gênero como *M. potiuna*, *M. iheringi*, *M. australiense* (Holthuis, 1950), *M. borellii* (Nobili, 1896) e *M. jelskii* cuja fecundidade absoluta é inferior a 200 ovos, *M. amazonicum* apresenta fecundidade relativamente alta. Porém, esta é considerada baixa quando comparada com espécies de maior interesse comercial e que atingem tamanho superior como *M. rosenbergii*, *M. acanthurus*, *M. carcinus* e *M. malcolmsonii* (H. Milne Edwards), nas quais a fecundidade máxima varia entre 12.800 a 194.350 ovos (Coelho et al., 1982; Valenti, 1984; Lobão et al., 1985; Scaico, 1992). De acordo com Ismael & New (2000), as espécies *M. rosenbergii*, que é a espécie mais utilizada em fazendas brasileiras e *M. carcinus*, chegam a apresentar fecundidades que giram em torno de 80.000 a 100.000 ovos por fêmea. Para a espécie *M. acanthurus*, já foram observadas fêmeas com 18.000 ovos (Valenti et al., 1986, 1989). No entanto, a baixa fecundidade de *M. amazonicum* em relação às espécies de interesse econômico é compensada pelas desovas mensais.

Neste trabalho, as fecundidades mínima e máxima obtidas para *M. amazonicum* foram de 33 e 389 ovos no início do estágio de desenvolvimento respectivamente, obtendo-se uma média de  $203 \pm 78,6$  ovos/fêmea ao longo de todo o estudo, sendo que as fêmeas ovígeras analisadas tinham o comprimento da carapaça entre 6,3 e 9,8 mm. A fecundidade de *M. amazonicum* foi registrada por vários autores como Hayd & Anger (2013), que encontraram a fecundidade máxima de fêmeas no Rio Miranda e na Lagoa Baiazinha (Pantanal), de 479 e 676 ovos, respectivamente. Oliveira (2010) registrou 652 e 1050 ovos, sendo estes o menor e o maior número de ovos encontrados por fêmea em seu experimento realizado em cativeiro na Amazônia. Da Silva et al. (2004) observaram que o maior número de ovos encontrados em uma fêmea foi 2193 no Rio Jaguaribe (Ceará) e ressaltam que este resultado é superior aos valores máximos de fecundidade reportados por Romero (1980) que analisou 20 fêmeas na Venezuela (953 ovos) e Gamba (1984), que relatou 1000 ovos/fêmea em uma lagoa também na Venezuela. Mencionam ainda que Lobão et al. (1986) estudando 49 fêmeas de *M. amazonicum* em laboratório em Belém (Pará), observaram que a fecundidade variou entre 178 e 1.344 ovos e Porto (1998) relatou uma fecundidade média de apenas 114 ovos na bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte (GO).

Meireles et al. (2013) registraram por fêmea, uma média de  $2237 \pm 586$  ovos no Pará, enquanto no Mato Grosso do Sul encontraram fêmeas com um número significativamente menor de ovos (média =  $271 \pm 54$ ). Silva et al. (2005) obtiveram uma média de 273 ovos por fêmea na análise de 48 fêmeas no Reservatório da Hidrelétrica de Tucuruí (PA), similar à média mensal do presente

estudo que foi de 209 ovos/fêmea. Castro (2004) estudando a bioecologia de *M. amazonicum* no município de Vigia (PA), observou a fecundidade mínima de 591 e máxima de 748 ovos/fêmea. Já Silva (2006) na Ilha de Combú (PA), analisou 118 fêmeas ovígeras e observou fecundidade absoluta variando de 40 a 3.375 ovos/fêmea, com valor médio de  $905 \pm 590$  ovos/fêmea. Scaico (1992) observou que em 50 fêmeas, a fecundidade variou entre 148 a 1.128 ovos, com valor médio de 595 ovos/fêmea em um açude no nordeste do Brasil.

É possível perceber que tanto a fecundidade máxima obtida no presente estudo (389 ovos/fêmea), quanto à média de ovos por fêmea ( $203 \pm 78,6$  ovos) ficou abaixo da maioria dos estudos apresentados anteriormente sobre a fecundidade de *M. amazonicum*. Porém, essa média é similar a alguns trabalhos mencionados como as obtidas por Meireles et al. (2013) em uma população totalmente limnética de Mato Grosso do Sul (Aquidauana) e de Silva et al. (2005) a jusante do reservatório da Hidrelétrica de Tucuruí no Rio Tocantins, que foi de 271 e 273 ovos, respectivamente, e superior apenas à de Porto (1998) que encontrou uma média de 114 ovos no Rio Meia Ponte, em Goiás. Essas médias baixas de fecundidade podem ter relação com o tipo de ambiente em que as coletas foram realizadas, ou seja, todas ocorreram em habitats límnicos, sejam rios ou represas. Sabe-se que espécies que habitam ambientes estuarinos produzem um grande número de ovos pequenos, pois concentrações de sais presentes nestes ambientes reduzem a quantidade de água dos ovos através do processo osmótico. As que habitam ambientes límnicos lênticos produzem ovos de número e tamanho intermediário, enquanto espécies que vivem próximas às cabeceiras de riachos produzem um reduzido número de ovos grandes (Hancock, 1998), provavelmente por influência da disponibilidade de nutrientes e sais dissolvidos, o que evidencia a interferência do ambiente sobre a fecundidade de *M. amazonicum*.

Outros fatores relevantes para a baixa fecundidade obtida no presente estudo podem estar relacionados com a perda de ovos das fêmeas, causada pela manipulação durante as coletas e/ou procedimentos laboratoriais, ou também pode ser decorrente da perda accidental dos ovos pelas fêmeas no ambiente límnetico, visto que algumas apresentavam parte de suas câmaras incubadoras vazias. Antunes & Oshiro (2004) comentam que a aparente perda de ovos pelas fêmeas pode resultar em uma melhor acomodação destes no corpo da fêmea onde eles são incubados, promovendo melhor circulação da água entre a massa de ovos e consequentemente, um aumento da oxigenação em torno dos embriões. De acordo com Dick et al. (1998), a demanda de oxigênio pelo embrião aumenta nas últimas fases de desenvolvimento, devido ao maior número de células e ao processo de diferenciação celular. Como resultado, a fêmea aumenta a frequência de batimento dos pleópodos, maximizando as chances de ejeção prematura de ovos da ninhada. Além da perda de ovos devido a limitações de espaço com o aumento do tamanho do ovo que ocorre durante o desenvolvimento embrionário, estas perdas podem ser causadas, em parte, por parasitas e infecções

bacterianas ou fúngicas (Kuris, 1991). Também deve-se levar em consideração, em qual estágio de desenvolvimento os ovos se encontravam para ser determinada a fecundidade. No presente trabalho, optou-se por realizar a determinação da chamada fecundidade “de fato”, na qual se usa o número de ovos em estágio inicial de desenvolvimento aderidos aos pleópodos, ao invés da denominada fecundidade verdadeira, que considera o número de ovos em estágio avançado de desenvolvimento encontrados aderidos ao corpo da fêmea (Anger & Moreira, 1998). Se por um lado esta última fornece informações sobre a real contribuição de cada fêmea ovígera à próxima geração de indivíduos, por outro, a perda de ovos promovida ao longo de seu desenvolvimento faz da fecundidade “de fato” uma melhor estimativa do investimento energético destas fêmeas ovígeras à produção de sua prole, refletindo melhor as características próprias da biologia da espécie. A dificuldade em se comparar trabalhos relacionados à fecundidade, é que nem todos eles deixam claro qual foi a fecundidade considerada.

Além dos fatores anteriormente mencionados, as variações na estimativa da fecundidade podem ser decorrentes de diferenças nas dimensões das fêmeas amostradas, a características genéticas particulares das populações ou a variação das condições ambientais as quais estas estão submetidas como a temperatura e a disponibilidade de alimento (Corey & Reid, 1991; Anger & Moreira, 1998). Graziani et al. (1993) revelaram que em *Macrobrachium* spp., a fecundidade está associada com a idade da fêmea e que esta pode aumentar à medida que a fêmea se torna madura.

Em *Macrobrachium* spp. existe uma intrínseca relação entre a fecundidade e o tamanho da fêmea. O número de ovos é bastante variável em indivíduos da mesma espécie, mas aumenta em quantidade com o tamanho da fêmea. Com isso, um maior tamanho do abdômen implica em uma maior acomodação dos ovos nos pleópodos (Valenti, 1984; Da Silva et al., 2004). Esta positiva correlação foi observada no presente trabalho e em vários outros sobre *M. amazonicum* (Da Silva et al., 2004; Silva, 2006; Oliveira, 2010; Meireles et al., 2013 e Hayd & Anger, 2013), além de outras espécies como *M. olfersi* (Mossolin & Bueno, 2002; Dias & Leme, 2009) e *M. potiuna* (Antunes & Oshiro, 2004). Para Hayd & Anger (2013), em crustáceos com formas corporais semelhantes, a fecundidade depende principalmente deste fator, ou seja, do tamanho corporal. Eles relatam que o número de ovos observado em camarões *M. amazonicum* de pequeno porte no Pantanal, é muito menor do que os números relatados por camarões muito maiores em outras populações estuarinas ou amazônicas da mesma espécie, que podem chegar a duas vezes o tamanho máximo observado nos camarões do Pantanal.

No presente trabalho, observou-se que nas fêmeas ovígeras analisadas com caparaça entre 6,3 e 9,8 mm, para cada aumento de unidade do corpo da fêmea, o número de ovos aumentou em aproximadamente 73 vezes. Silva (2006) observou que para cada centímetro de aumento do corpo das fêmeas de *M. amazonicum* na Ilha de Combú (PA), o número de ovos aumentou em

aproximadamente 302 vezes. Essa diferença no aumento do número de ovos ocorre porque as fêmeas analisadas por Silva (2006) eram maiores, com comprimentos totais variando entre 5,2 e 10,6 cm.

A obtenção de um baixo coeficiente de regressão linear neste estudo ( $R^2 = 0,400$ ), pode estar relacionada à grande variação de fecundidade obtida para as fêmeas pertencentes a um mesmo tamanho. De acordo com Leme (2006), variações do número de ovos dentro de uma mesma classe de tamanho estão relacionadas com o estado intrínseco das fêmeas no momento de alocar energia para a produção de ovos. Apesar disso, pôde-se observar que a fecundidade possui uma relação direta com o tamanho do indivíduo.

A determinação dos três estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos segundo a presença ou ausência de manchas oculares e quantidade de vitelo realizada neste trabalho, também foi utilizada por outros autores como Meireles et al. (2013) e Hayd & Anger (2013), ambos para a espécie *M. amazonicum*, por Mossolin (2003) para três espécies de camarões carídeos, sendo estas *Alpheus armillatus* (H. Milne-Edwards, 1837), *Alpheus nuttingi* (Schmitt, 1924) e *Alpheus bouvieri* (A. Milne-Edwards, 1878) e por Anger & Moreira (1998) também para as espécies de camarões carídeos *Palaemon northropi* (Rankin, 1898), *P. pandaliformis* (Stimpson, 1871), *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), *M. olfersi* (Wiegmann, 1836), *M. carcinus* (Linnaeus, 1758) e *Potimirim potimirim* (Müller, 1881).

Quando analisamos a figura 21, podemos observar que houve um recrutamento contínuo por sempre existir uma grande quantidade de ovos no estágio inicial (I). Também ocorreram ovos no estágio intermediário (II) em quantidade um pouco menor que do estágio I, mas estiveram presentes quase o ano todo. No que se refere aos ovos do estágio final (III), é possível perceber que houve uma diminuição considerável destes mensalmente. Acreditamos que pela pouca permanência de ovos no estágio III, este seja bem mais rápido quando comparado aos outros dois estágios, ou seja, as larvas se desenvolvem rapidamente neste estágio, não possibilitando a coleta de muitos ovos já no estágio final, posto que as amostragens foram realizadas a cada mês (observação pessoal).

A comparação do tamanho dos ovos no que se refere aos eixos maior (comprimento) e menor (largura), além do volume entre os três estágios de desenvolvimento, demonstrou haver um incremento significativo no tamanho dos ovos durante a incubação. Existem várias proposições acerca do aumento no tamanho dos ovos ao longo deste período. A entrada de água no ovo, promovendo aumentos no volume, pode estar relacionada com a pressão osmótica interna, sendo que a entrada da água facilita a ruptura da membrana do ovo e consequentemente, a eclosão larval (Lardies & Wehrtmann, 1996). Esse aumento no volume do ovo também é associado com a absorção de água para a obtenção de mobilidade celular, organização estrutural e crescimento do embrião (Green, 1965; Kobayashi & Matsuura, 1995). De acordo com Anderson (1982) *apud* Nazari et al.

(2003), o aumento do comprimento maior do ovo reflete o crescimento das estruturas do embrião no eixocefálico-caudal.

O diâmetro menor dos ovos teve as médias 0,57 mm (I), 0,62 mm (II) e 0,67 mm (III), já o diâmetro maior dos ovos teve as médias de tamanho 0,70 mm (I), 0,81 mm (II) e 0,97 mm (III). Podemos comparar com os valores obtidos por Hayd & Anger (2013) que encontraram as seguintes médias para o diâmetro menor: 0,53 mm (I), 0,57 mm (II) e 0,72 mm (III) e para o diâmetro maior: 0,67 mm (I), 0,80 mm (II) e 0,93 mm (III). No que se refere ao volume dos ovos, as médias encontradas no presente estudo foram de 0,12 mm<sup>3</sup> (I), 0,16 mm<sup>3</sup> (II) e 0,23 mm<sup>3</sup> (III) e no trabalho de Hayd & Anger (2013), os volumes médios foram: 0,10 mm<sup>3</sup> (I), 0,13 mm<sup>3</sup> (II) e 0,24 mm<sup>3</sup> (III).

As médias de tamanho dos ovos do presente estudo com as do trabalho de Hayd & Anger (2013) foram semelhantes. Isso pode ter ocorrido pelo fato dos dois estudos terem sido realizados em ambientes límnicos. Em crustáceos decápodes da subordem Pleocyemata, os ovos grandes estão associados com espécies continentais, enquanto ovos pequenos geralmente são produzidos por espécies de água salobra (Magalhães & Walker, 1988; Odinetz-Collart & Magalhães, 1994).

As informações disponíveis sobre o tamanho dos ovos em diferentes populações de *M. amazonicum* são relativamente escassas e novamente, as mudanças que ocorrem nos ovos ao longo do processo de incubação e os estágios considerados para as análises de número e tamanho dos ovos pouco têm sido considerados na literatura. Porém, algumas comparações podem ser feitas como por exemplo, no trabalho de Meireles et al. (2013), no qual os autores avaliaram a influência de diferentes estratégias reprodutivas de duas populações geograficamente isoladas de *M. amazonicum* e constataram que os ovos analisados das fêmeas coletadas em um ambiente de água doce no Mato Grosso do Sul, foram significativamente maiores em diâmetro e volume do que aqueles coletados de fêmeas no Pará que completam seu ciclo de vida em água salobra. Odinetz-Collart & Rabelo (1996) coletaram fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* em 7 locais na Amazônia com diferentes distâncias do oceano (120, 330, 1225, 1750, 2200, 2940 e 3410 km) e observaram que o volume médio dos ovos aumentou com a distância do local de amostragem do estuário. A média de volume dos ovos no estágio inicial do presente estudo ( $0,12 \pm 0,02$  mm<sup>3</sup>) é a mesma que a encontrada por Odinetz-Collart & Rabelo (1996) em Cametá, no baixo Rio Tocantins (0,1207 mm<sup>3</sup>), porém é inferior que a encontrada pelos mesmos autores no Lago de Tefé (0,2188 mm<sup>3</sup>). Já a média de volume dos ovos no estágio final do presente estudo ( $0,23 \pm 0,05$  mm<sup>3</sup>), está em um tamanho intermediário comparado com os valores encontrados no mesmo trabalho por Odinetz-Collart & Rabelo (1996) em Cametá (0,1648 mm<sup>3</sup>) e no Rio Guaporé (0,3272 mm<sup>3</sup>).

De acordo com Magalhães & Walker (1988), o tamanho dos ovos varia em função das características ecológicas do meio aquático. Já Meireles et al. (2013) atestam que a diferença no tamanho dos ovos possa ser devido a características específicas da população em cada localidade.

Outros estudos atribuem as variações de volume dos ovos de camarões decápodes a diferenças na alocação de energia por embrião (Clarke, 1993).

Diversas estratégias reprodutivas podem ser adotadas por diferentes espécies de camarões do gênero *Macrobrachium* e mesmo entre diferentes populações de uma mesma espécie, fazendo com que estas diferentes características sustentem a hipótese de que este gênero ainda está em processo de adaptação em ambientes de água doce, como indicado por Mashiko (1990), Jalihal et al. (1993) e Odinetz-Collart & Rabelo (1996). Além disso, esse elevado grau de plasticidade em termos de atividade reprodutiva observada em populações de *M. amazonicum*, é provavelmente a principal explicação para o sucesso de colonização desta espécie nos mais variados habitats (Meireles et al., 2013).

A relação entre o tamanho/volume dos ovos com o tamanho da fêmea de *M. amazonicum* foi discutida em alguns estudos como o de Meireles et al. (2013), que estudaram essa correlação em populações estuarinas no Pará e límnicas em Mato Grosso do Sul e verificaram que não houve diferença significativa entre o diâmetro e volume médio dos ovos de fêmeas pertencentes a diferentes classes de tamanho em uma mesma região e também por Odinetz-Collart & Rabelo (1996) que verificaram que o volume dos ovos foi independente do comprimento da carapaça das fêmeas em cada população na Amazônia. Estes autores perceberam que na bacia do rio Tocantins, as fêmeas grandes (média de comprimento da carapaça = 19,5 mm) coletadas em águas correntes, e indivíduos menores (média de comprimento da carapaça = 9,9 mm), amostrados em um reservatório, tinham ovos de mesmo volume.

No presente trabalho, quando se analisa as figuras 22 e 23 que relacionam o volume e tamanho dos ovos em seus respectivos estágios de desenvolvimento (inicial, intermediário e final) com o tamanho das fêmeas, apesar de não haver correspondência entre essas variáveis como demonstram as linhas de tendência dos estágios inicial e intermediário dos ovos, a linha de tendência demonstrada para o estágio final se encontra inclinada. Acreditamos que isso tenha ocorrido, pois uma das cinco fêmeas estava com os ovos nesse estágio já praticamente eclodidos e com as larvas surgindo, levando à uma grande diferença de volume e tamanho quando se compara com os ovos de outras fêmeas nesse mesmo estágio. Com esta análise, podemos considerar que independente do tamanho das fêmeas, estas produzirão ovos no mesmo estágio de desenvolvimento de mesmo tamanho e volume.

O fato da Represa de Miranda ser um local de ocorrência de *Macrobrachium amazonicum* em Minas Gerais, demonstra a grande capacidade dessa espécie de se expandir em diferentes corpos d'água, o que comprova sua ampla plasticidade fenotípica em resposta às variadas condições ambientais.

Dessa forma, existem possibilidades de cultivo de *M. amazonicum* na região que possui muitas represas e rios como o Rio Grande, em que há registros desta espécie. Destacamos que a melhor maneira de manejo e exploração deste camarão seria de forma sustentável do ponto de vista ecológico, econômico e social. Justamente por ser uma espécie com grande capacidade adaptativa, haveriam oportunidades deste recurso gerar bons lucros e rendimentos a médio e longo prazos para os pescadores, evidenciando a importância do investimento para a otimização das cadeias de comercialização. Além disso, os resultados obtidos no presente estudo podem auxiliar no direcionamento dos planos de manejo referentes à carcinicultura em Minas Gerais.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho demonstraram maior similaridade com outras populações continentais do que estuarinas de *M. amazonicum*, evidenciando a grande influência que o ambiente possui sobre a dinâmica populacional e reprodutiva dos indivíduos. Apesar disso, merece destaque o fato da grande maioria das referências existentes à respeito da espécie estudada, ser de ambientes costeiros. Com isso, este é um incentivo para mais pesquisas serem realizadas nas águas interiores do país, o que enriquecerá nossa compreensão sobre a biologia de *M. amazonicum*.

Este trabalho é um dos primeiros realizados em Minas Gerais e o pioneiro realizado na Represa da Usina Hidrelétrica de Miranda com enfoque nos aspectos da estrutura populacional e da biologia reprodutiva de *M. amazonicum*, essenciais para a compreensão da história de vida e do comportamento da espécie no local de sua ocorrência, além de ter sido realizado em ambiente natural. Com isso, este estudo se torna uma referência para outros que surgirão à respeito desta espécie, subsidiando aspectos comparativos com outros locais e também no próprio Estado. Ademais, auxilia para um maior conhecimento sobre esta espécie de notável importância ecológica e sua consequente conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A. A., Thomaz, S. M. & Gomes, L. C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology* 19(3), p. 646-652.
- Albertoni, E. F., Palma-Silva, C. & Esteves, F. de A. 2003a. Natural diet of three species of shrimp in a tropical coastal lagoon. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 46, n. 3, p. 395-403.
- Albertoni, E. F., Palma-Silva, C. & Esteves, F. de A. 2003b. Overlap of dietary niche and electivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 1, p. 135-140.
- Anger, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. Crustacean Issues 14. A.A. Balkema, Lisse, Netherlands.
- Anger, K. 2013. Neotropical *Macrobrachium* (Caridea: Palaemonidae): on the biology, origin, and radiation of freshwater-invading shrimp. *Journal of Crustacean Biology*, 33(2), 151-183.
- Anger, K. & Moreira, G.S. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology* 18: 823-838.
- Anger, K., Hayd, L., Knott, J. & Nettelmann, U. 2009. Patterns of larval growth and chemical composition in the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 287: 341-348.
- Anger, K. & Hayd, L. 2010. Feeding and growth in early larval shrimp *Macrobrachium amazonicum* from the Pantanal, southwestern Brazil. *Aquat. Biol.* 9: 251-261.
- Annala, J. H. 1991. Factors influencing fecundity and egg production of *Jasus* species. pp. 301-315 In A. Wenner and A. Kuris, eds. Crustacean Egg Production. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Antunes, L. S. 2004. Biologia populacional do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Serra do Piloto - Mangaratiba, RJ. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 71 p.
- Antunes, L. D. S. & Oshiro, L. M. Y. 2004. Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Müller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Serra do Piloto, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2), 261-266.
- Araújo, M. C. & Valenti, W. C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265(1), 187-193.
- Araújo, M. C. & Valenti, W. C. 2011. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2), 155-164.
- Augusto, A., Pinheiro, A.S., Greene, L.J., Laure, H.J. & McNamara, J.C. 2009. Evolutionary transition to freshwater by ancestral marine palaemonids: evidence from osmoregulation in a tide pool shrimp. *Aquatic Biol* 7:113-122.

- Azevedo, E.F. 2004. Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na Ilha do Combu (Belém, PA). Universidade Federal do Pará. Trabalho de conclusão de curso.
- Balasundaram, C. & Pandian, T.J. 1982. Egg loss during incubation in *Macrobrachium nobilii*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 59: 289-299.
- Barki, A., Karplus, I. & Goren, M. 1991a. The agonistic behaviour of the three male morphotypes of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae). *Behavior* 116: 252-277.
- Barki, A., Karplus, I. & Goren, M. 1991b. Morphotype related dominance hierarchies in males of *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Palaemonidae). *Behavior* 117: 145-160.
- Barros, M. P. de & Fontoura, N. F. 1996. Crescimento de *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Decapoda, Atyidae) na Praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. *Nauplius*, Rio Grande, 4: 11-28.
- Barros-Alves, S. D. P., Almeida, A. C., Fransozo, V., Alves, D. F. R., Silva, J. C. D., & Cobo, V. J. 2012. 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 Brasiliensis*, 24(3), 266-275.
- Bastos, S. N. 2002. Caracterização molecular e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Master Thesis, Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará, Brazil.
- Bauer, R.T. 2004. Remarkable Shrimps: Adaptations and Natural History of the Carideans. University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, USA.
- Bauer, R.T. 2011. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy. In: A. Asakura (ed.). New frontiers in crustacean biology, Proceedings of the TCS Summer Meeting, Tokyo, 20-24 September 2009, Koninklijke Brill NV, Leiden, pp. 145-156.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006. Ecology from Individuals to Ecosystems, 4th ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Bennemann, S.T., Capra, L.G., Galves, W. & Shibatta, O.A. 2006. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia, Série Zoologia*, no. 96, p. 115-119.
- Bentes, B., Martinelli, J. M., Souza, L. S., Cavalcante, D. V., Almeida, M. C. & Isaac, V. J. 2011. Spatial distribution of the Amazon River Shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Braz. J. Biol.* 71(4): 925-935.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Baumgartner, G. & Bond-Buckup, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's Inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(2):379-390.

Bond, G. & Buckup, L. 1983. O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) em laboratório. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v.43, n.2, p.177-190.

Bond-Buckup, G. & Buckup, L. 1989. Os Palaemonidae de águas continentais do Brasil meridional (Crustacea, Decapoda). *Revista Brasileira de Biologia* 49(4): 883-896.

Borges, M. S. 2003. 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. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 87 f.

Borges, A. A. D. S. 2006. Diagnóstico ambiental e proposta de monitoramento da área do Lago de Miranda pertencente ao município de Indianópolis - MG. *Dissertação* (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Boudour-Boucheker, N., Boulo, V., Lorin-Nebel, C., Elguero, C., Grousset, E., Anger, K., Charmantier-Daures, M. & Charmantier, G. 2013. Adaptation to freshwater in the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum*: comparative ontogeny of osmoregulatory organs. *Cell Tissue Res*, 353:87-98.

Bragagnoli, G. & Grotta, M. 1995. Reprodução do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão (PB), Brasil. Parte 1: ciclo sexual. *Rev. Nordestina de Biologia*, vol. 10, no. 2, p. 141-154.

Bridger, C. J. & Garber, A. F. 2002. Aquaculture escapement, implications and mitigation: the salmonid case study. In: Costa-Pierce, B. A. (ed.) *Ecological Aquaculture The Evolution of The Blue Revolution*. Oxford, Blackwell Science, p. 77- 102.

Brilhante, R. S., Paiva, M. A., Sampaio, C., Teixeira, C. E., Castelo-Branco, D. S., Leite, J. J., Moreira, C.A., Silva, L.P., Cordeiro, R.A., Monteiro, A.J., Sidrim, J.J.C. & Rocha, M. F. 2011. Yeasts from *Macrobrachium amazonicum*: a focus on antifungal susceptibility and virulence factors of *Candida* spp. *FEMS Microbiology Ecology*, 76(2), 268-277.

Castro, I. M. A. 2004. Bioecologia do camarão-regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), no Município de Vigia. *Monografia de Graduação*, Universidade Federal Rural do Pará, Belém.

CEMIG. 2003. Usina Hidrelétrica de Miranda. Disponível em: <[http://cemig.infoinvest.com.br/ptb/2485/367\\_1\\_641\\_portugu%C3%AAs\\_apres\\_result\\_uhtmiranda.pdf](http://cemig.infoinvest.com.br/ptb/2485/367_1_641_portugu%C3%AAs_apres_result_uhtmiranda.pdf)> Acesso em: 08 out. 2013.

Charmantier, G. & Anger, K. 2011. Ontogeny of osmoregulatory patterns in the South American shrimp *Macrobrachium amazonicum*: Loss of hypo-regulation in a land-locked population indicates phylogenetic separation from estuarine ancestors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 396, 89-98.

Chaves, P.T.C. & Magalhães, C. 1993. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícola da Região Amazônica. *Acta Amazônica*, vol. 23, no. 1, p. 17-23.

Chen, R. T., Tsai, C. F. & Tzeng, W. N. 2009. Freshwater prawns (*Macrobrachium* Bate, 1868) of Taiwan with special references to their biogeographical origins and dispersion routes. *Journal of Crustacean Biology* 29: 232-244.

Clarke, A. 1993. Reproductive trade-offs in caridean shrimps.- *Functional Ecology* 7: 41 1-419.

Coelho, P.A. 1963. Observações preliminares sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal Rural de Pernambuco* 3: 75-81.

Coelho, P. A., Ramos-Porto, M. & Soares, C. M. A. 1982. Biologia e cultivo de camarão de água doce. Série Aqüicultura. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Departamento de Oceanografia, Pernambuco, V. 1, N. 1, p. 1-53.

Coelho, P.A. & Santos, M.C.F. 1993. Época da reprodução do camarão rosa, *Penaeus subtilis*, Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, vol. 1, no. 1, p. 57-72.

Corey, S. & Reid, D. M. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans, I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana* 60: 271-294.

Correa, C. & Thiel, M. 2003. Mating systems in caridean shrimp (Decapoda: Caridea) and their evolutionary consequences for sexual dimorphism and reproductive biology. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76: 187-203.

Da Silva, R. R., Sampaio, C. M. S. & Santos, J. A. 2004. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 64(3A):489-500.

Daoud, D., Chabot, D., Audet, C. & Lambert, Y. 2007. Temperature induced variation in oxygen consumption of juvenile and adult stages of the northern shrimp, *Pandalus borealis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 347: 30-40.

Darnell, R.M. 1956. Analysis of a population of the tropical freshwater shrimp, *Atya scabra* (Leach). *American Midland Naturalist* 55: 131-138.

De Grave, S., Cai, Y. & Anker, A. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, n. 1, p. 287-293.

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

Dias, C.C. & Leme, M.H.A. 2009. Fecundidade de *Macrobrachium olfersi* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Caridea, Palaemonidae) em uma laguna costeira do Prumirim, Ubatuba, SP. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, 13 a 17 de Setembro, São Lourenço - MG.

Díaz, H. & Conde, J. E. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45(1): 14-163.

Dick, J. T. A., Faloon, S. E. & Elwood, R.W. 1998. Active brood care in an amphipod: influences of embryonic development, temperature and oxygen. *Animal Behaviour* 56: 663-672.

Dos Santos, A., Hayd, L. & Anger, K. 2013. A new species of *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae), *M. pantanalense*, from the Pantanal, Brazil. *Zootaxa* 3700 (4): 534 – 546.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1982. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, 526 p. (*Boletim de Pesquisa*, 1).

Erdman, R. B. & Blake, N. J. 1987. Population dynamics of the sponge-dwelling alpheid *Synalpheus longicarpus*, with observations on *S. brooksi* and *S. pectiniger*, in shallow-water assemblages of the eastern Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 7(2) - 328-337.

Esteves, F. de A. 1998. Fundamentos em Limnologia. Rio de Janeiro, RJ: *Interciência*, 602p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. FIGIS online – Fisheries Statistics – Aquaculture. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 07 nov. 13.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. Fishstat Plus – [Aquaculture Production: quantities 1950-2010]. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 07 nov. 13.

Fonteles-Filho, A. 1989. Recursos pesqueiros/Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza-Imprensa Oficial do Ceará. 269 p.

Fransozo, A. & Mantelatto, F. L. 1998. Population structure and reproductive period of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae) in the region of Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, vol. 18, no. 4, p. 738-745.

Freire, C.A., Cavassin, F., Rodrigues, E.N., Torres, A.H. & McNamara, J.C. 2003. Adaptive patterns of osmotic and ionic regulation, and the invasion of fresh water by the palaemonid shrimps. *Comp. Biochem. Phys. A* 136: 771-778.

Freire, J.L., Marques, C.B. & Silva, B.B. 2012. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda:Palaemonidae) em um estuário da Região Nordeste do Pará, Brasil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 16(2):65-76.

Freitas, J.V.F., Machado, Z.L., Gurgel, J.J.S. & Medeiros, M.A.N. 1979. Pesquisas tecnológicas sobre o aproveitamento do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller), dos açudes no Nordeste brasileiro. *Bol. Técnico do DNOCS*, vol. 37, no. 1, p. 63-84.

Furuya, W. M., Hayashi, C., Silva, A. B. M., Santos-Júnior, O. O., Souza, N. E., Matsushita, M. & Visentainer, J. V. 2006. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4):1577-1580.

Gamba, A. L. 1984. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium jelskii* and *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan continental lagoon. *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, 7:135 - 142.

Gamba, A. L. 1997. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Acta Cient Venez* 48:19-26.

García-Pérez, A. & Villamizar, J. 2009. *Macrobrachium santanderensis*, new species of freshwater prawn (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the northeastern Andes mountains of Colombia. *Zootaxa*: 61-68.

Giesel, J. T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. *American Naturalist* 106:380-387.

Gonçalves, F. B. & Aranha J. M. R. 2004. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). *Acta Biológica Paranaense*, v. 33, n.1, p. 181-191.

Graziani, C. A., Chung, K. S. & Donato, M. 1993. Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 41(3): 657-665.

Green, J. 1965. Chemical embryology of the Crustacea. - *Biological Revue* 40: 580-600.

Guest, W. C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae), *Crustaceana* 37: 141-152.

Gurgel, J. J. S. & Matos, M. O. M. 1984. Sobre a criação extensiva do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (HeIler) nos açudes públicos do nordeste brasileiro. In: *Resumos do Simpósio Brasileiro de Aquicultura*, Universidade de São Carlos, SP, p. 39.

Hancock, M. A. 1998. The relationship between egg size and embryonic and larval development in the freshwater shrimp *Paratya australiensis* Kemp (Decapoda: Atyidae). *Freshwater Biol.*, 39 (4): 715- 723.

Hartnoll, R. G. & Gould, P. 1988. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production. *Symposium of the Zoological Society of London*, 59: 1-9.

Hayd, L. & Anger, K. 2013. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. *Revista de Biología Tropical*, 61(1), 39-57.

Hines, A. H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science*, 45(2), 356-368.

Hoffmann, P. 2007. Ecología populacional e reproductiva de *Potimirim glabra* (Kingsley, 1954) (Caridea, Atyidae) em riachos da região de Ubatuba-SP. *Tese de Doutorado*, Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Área de Zoologia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 111p.

Holthuis, L. B. 1951. The Caridean Crustacea of tropical West Africa. *Atlantide Report* 2: 1-187.

Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. Occasional Paper 12. Allan Hancock Foundations Publications, 396 p.

- Howard, R. K. & Lowe, K. W. 1984. Predation by birds as a factor influencing the demography of an intertidal shrimp. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Amsterdam, v. 74, p. 53 - 66.
- Ismael, D. & New, M.B. 2000. Biology. In New, M.B. & Valenti, W.C. (Eds.) Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. London: Blackwell Science, p. 18-40.
- Jacobucci, G. B., Mantelatto, F. L. M., Pileggi, L. A. G., Mossolin, E. C. & Magalhães, C. (In prep.). Records of *Macrobrachium amazonicum* in Minas Gerais hydroelectric reservoirs.
- Jalihal, D.R., Sankolli, K.N. & Shenoy, S. 1993. Evolution of larval developmental patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 65 (3): 365-376.
- Jayachandran, K. V. 2001. Palaemonid prawns: biodiversity, taxonomy, biology and management. Science Publishers, Enfield, N.H.
- Kobayashi, S. & Matsuura, S. 1995. Egg development and variation of egg size in the japanese mitten crab *Eriocheir japonicus* (de Haan). - *Benthos Research* 48: 29-39.
- Kuris, A. M. 1991. A review of patterns and causes of crustacean brood mortality.-In: Wenner, A. & Kuris, A. eds., Crustacean egg production. *Crustacean Issues* 7: 117-141.
- Kutty, M. N., Herman, F. & Le Menn, H. 2000. Culture of other prawn species. In: New, M.B. & Valenti, W.C. (Eds.). Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 393-410.
- Lardies, M.A. & Wehrtmann, I.S. 1996. Aspects of the reproductive biology of *Petrolisthes laevigatus* (Guérin, 1935) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Part I. Reproductive output and chemical composition of eggs during embryonic development. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 43(2): 121-131.
- Leme, M. H. A. 2006. Investimento reprodutivo e produção de ovos em desovas consecutivas do caranguejo *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards) (Crustacea, Brachyura, Grapsoidea). *Rev. Bras. Zool.*, 23 (3): 727 - 732.
- Lima, D. P. D., da Silva, L. M. A. & de Lira, A. C. S. 2013. Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em uma planície inundável na Amazônia Oriental, Brasil. *Biota Amazônia*, 3(2), 11-22.
- Lobão, V. L., Valenti, W. C. & Mello, J. T. C. 1985. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* (L.) do Rio Ribeira de Iguape. *Boletim do Instituto de Pesca*, 12(3):1-8.
- Lobão, V. L., Rojas, N. E. T. & Valenti, W. C. 1986. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. *Boletim do Instituto de Pesca*, 13(2):15-20.
- Lobão, V.L. & Rojas, N.E.T. 1991. Camarões de água doce. Da coleta ao cultivo, à comercialização. *Ícone* 1: 1-112.

López-Greco, L. S. & Rodríguez, E. M. 1999. Size at the onset of sexual maturity in *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 (Grapidae, Sesarminae): a critical overall view about the usual criteria for its determination. *Crustacean and the biodiversity crisis*. Leiden, Brill, 675-689.

Lourenço, G., Hirode, G. L., Pipino, D.C. & Taddei, G. G. 2004. Maturidade gonadal do camarão de água doce *Macrobrachium jelskii* (Decapoda, Palaemonidae) no córrego Talhado. In: Congresso Brasileiro de Zoologia, 25. Brasília, DF. Resumos eletrônicos: Sociedade Brasileira de Zoologia.

Maciel, C.R. & Valenti, W.C. 2009. Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, 17(2): 61-79.

Magalhães, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da Região Amazônica. I – *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). *Amazoniana*, 9(2): 247- 274.

Magalhães, C. 1999. Crustáceos decápodos. p. 127-133. In: Ismael, D., Valenti, W. C., Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. (editores) Invertebrados de água doce. Vol. 4. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil; Síntese do conhecimento ao final do século XX São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Magalhães, C. 2000. Diversity and abundance of decapods crustaceans in the Rio Negro basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. p. 56-62. In: P. W. Willink; B. Chernoff; L. E. Alonso; J. R. Montambault and R. Lourival (eds) A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. RAP *Bulletin of Biological Assessment* 18. Washington, Conservation International.

Magalhães, C. 2001. Diversity, distribution, and habitats of the macro-invertebrate fauna of the Rio Paraguay and Rio Apa, Paraguay, with emphasis on decapods crustaceans. p. 68-72. In: B. Chernoff; P. W. Willink and J. R. Montambault (eds) A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Rio Paraguay Basin, Alto Paraguay, Paraguay. RAP *Bulletin of Biological Assessment* 19. Washington, Conservation International.

Magalhães, C. 2003. Brachyura: Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. In: *In Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de Água Doce do Brasil*, G. A. S. Melo, (ed.). São Paulo, Editora Loyola. p.143-297.

Magalhães, C. & Walker, I. 1988. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, 55: 279-292.

Magalhães, C., Bueno, S.L.S., Bond-Buckup, G., Valenti, W.C., Silva, H.L.M., Kiyohara, F., Mossolin, E.C. & Rocha, S.S. 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. *Biodiversity and Conservation* 14: 1929-1945.

Magalhães, C. & Pereira, G. 2007. Assessment of the decapod crustacean diversity in the Guayana Shield region aiming at conservation decisions. *Biota Neotropica* 7: 1-14.

Maier, M. H. 1978. Considerações sobre as características limnológicas de ambientes lóticos. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 5(2): 75-90.

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

Mantelatto, F. L., Pillegi, L. G., Suárez, H. & Magalhães, C. 2008. First record and extension of the known distribution of the inland prawn, *Macrobrachium aracamuni* Rodríguez, 1982 (Decapoda, Palaemonidae) in Brazil. *Crustaceana*, 81(2): 241-246.

Marques, H. L. A. & Moraes-Valenti, P. M. C. 2012. Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) and the Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in Brazil. *Aquaculture Research*, 43. 984-992.

Mashiko, K. 1990. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan). - *Journal of Crustacean Biology* 10: 306-314.

Mattos, L. A. & Oshiro, L. M. Y. 2009. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 9, no. 1, p. 81-86.

Meireles, A. L., Valenti, W. C. & Mantelatto, F. L. 2013. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4): 718-731.

Melo, G. A. S. 2003a. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. In *Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de Água Doce do Brasil*, G. A. S. Melo, (ed.). São Paulo, Editora Loyola. p. 289-415.

Melo, G. A. S. 2003b. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de Água Doce do Brasil. São Paulo, Edições Loyola/Museu de Zoologia, USP, 430 p.

Montoya, J. V. 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science*, 39(1): 155 - 159.

Moraes-Riodades, P.M.C., Valenti, W.C., Peralta, A.S. & Amorim, M.D.L. 1999. Carcinicultura de água doce no estado do Pará: situação atual e perspectivas. In: 9º Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca e 1º Congresso Latino-Americano de Engenharia de Pesca. *Anais*. Recife, AEP-PE, FAEP-BR. p. 598-604.

Moraes-Riodades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2001. Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic, social development. *Global Aquaculture Advocate*, 4(5):73-74.

Moraes-Riodades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4):1169-1176.

Moraes-Riodades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2004. Morphotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 236: 297-307.

Moraes-Valenti, P. & Valenti, W. C. 2007. Effect of intensification on grow out of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4), 516-526.

Moraes-Valenti, P.M.C. & Valenti, W.C. 2010. Culture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R.D. Abramo & M.N. Kutty (eds.). Freshwater prawns biology and farming. Wiley- Blackwell, Oxford, pp. 485-501.

Moreira, L. C. & Odinetz-Collart, O. 1993. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea da Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. *Amazoniana*, 12(3/4): 385-398.

Mossolin, E.C. 2003. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de três espécies de camarões carídeos do gênero *Alpheus*, em duas praias do Canal de São Sebastião, São Paulo, e ocorrência de parasitismo por isópodos bopirídeos em *A. armillatus*. *Tese de Doutorado - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Zoologia*, 176p.

Mossolin, E. C. & Bueno, S. L. S. 2002. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *J. Crust. Biol.*, 22 (2): 367 - 376.

Müller, Y. M. R., Nazari, E. M., Ammar, D., Ferreira, E. C., Beltrame, I. T. & Pacheco, C. 1999. Biologia dos Palaemonidae da bacia hidrográfica de Ratones, Florianópolis, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 16(3): 629-636.

Murphy, N. P. & Austin, C. M. 2005. Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): biogeography, taxonomy and the convergent evolution of abbreviated larval development. *Zoologica Scripta* 34: 187-197.

Myrick, C. A. 2002. Ecological impact of escaped organisms. In: Tomaso J. R. (Eds.). *Aquaculture and the Environment in the United States*. Baton Rouge, U.S. Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society. p. 225-246.

Nassar, R. N. M. 1998. Determinação de lipídeos totais e ácidos graxos nos camarões *Macrobrachium amazonicum* e *Penaeus subtilis*: recomendações na dietoterapia cardiovascular. *Monografia de Especialização*. Belém, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 47 p.

Nazari, E.M., Simões-Costa, M.S., Muller, Y.M.R., Ammar, D. & Dias, M. 2003. Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* e *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). J. Crustac. Biol. 23(4):862-868.

New, M. B. 1995. Status of freshwater prawn farming: a review. *Aquaculture Research*, Oxford, 26(1):1-54.

New, M. B. 2000. History and global status of freshwater prawn farming. In: New, M.B. & Valenti, W.C. (eds.) Freshwater Prawn Farming: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Londres, Blackwells. p.1-11.

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

New, M. B. 2010. History and global status of freshwater prawn farming. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abromo, L. R. & Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns : biology and farming. Oxford, Wiley-Blackwell. p. 1-11.

New, M. B., D'Abromo, L.R., Valenti, W.C. & Singholka, S. 2010. Sustainability of freshwater prawn culture. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abromo, L. R. & Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns : biology and farming. Oxford, Wiley-Blackwell. p. 524-530.

Odinetz-Collart, O. 1987. La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans Le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revista de Hydrobiologia Tropical*, 20(2):131-144.

Odinetz-Collart, O. 1988. Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no Baixo Tocantins (PA-Brasil). *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 48(Supl.): 341-353.

Odinetz-Collart, O. 1991a. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazinie Centrale. *Crustaceana*, 61(2): 253-270.

Odinetz-Collart, O. 1991b. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (PA, Brasil): a four year study. *Archive für Hidrobiologie*, 122(2): 213-227.

Odinetz-Colart, O. 1993. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. In: Ferreira, E. J., Santos, G. M., Leão, E. L. M. & Oliveira, L.A. (Eds.) Bases Científicas para Estratégias de Preservação e desenvolvimento da Amazônia (2). INPA. 147-166 pp.

Odinetz-Collart, O. & Moreira, L. C. 1993. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. *Amazoniana*, 12(4): 399-413.

Odinetz-Collart, O. & Magalhães, C. 1994. Ecological constraints and life history of palaemonid prawns in Amazonia. Verh. Internat. Verein. Limnol., 25: 2460- 2467.

Odinetz-Collart, O. & Rabelo, H. 1996. Variation in egg size of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *J. Crust. Biol.* 16, 684-688.

Odinetz-Collart, O., Soares, E. C. & Bouvy, M. 1997. Fecundidade e volume dos ovos do camarão *Macrobrachium amazonicum* em alguns açudes de Pernambuco: efeito dos fatores ambientais. In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, Guarapari, p. 506-514. Recife, Federação das Associações dos Engenheiros de Pesca do Brasil.

Oliveira, W. S. 2010. Efeito da proporção sexual no comportamento reprodutivo do camarão-de-água-doce *Macrobrachium amazonicum* em cativeiro. *Dissertação (Mestrado)* - Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas, 43 f.

Paiva, M. P. & Campos, E. 1995. Fauna do nordeste do Brasil: conhecimento científico e popular. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 272p.

- Pantaleão, J. A. F., Hirose, G.L. & Costa, R.C. 2011. Relative growth, morphological sexual maturity, and size of *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in a population with an entirely freshwater life cycle. *Invertebr. Reprod. Dev.*, 56(3): 180-190.
- Pereira, G. A. 1997. A cladistic analysis of the freshwater shrimps of the family Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Caridea). *Acta Biológica Venezolica* 17(Supplement): 1-69.
- Pettovello, A. D. 1996. First record of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae) in Argentina. *Crustaceana*, 69:113-114.
- Pileggi, L.A. & Mantelatto, F.L. 2010. Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) with emphasis on the relationships among American species. *Invertebr. Syst.*, 24(2): 194-208.
- Pileggi, L.A. & Mantelatto, F.L. 2012. Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of the genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Iheringia, Sér. Zoologia*, 102(4): 426- 437.
- Pileggi, L.A., Magalhães, C., Bond-Buckup, G. & Mantelatto, F.L. 2013. New records and extension of the known distribution of some freshwater shrimps in Brazil. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84 (2): 563-574.
- Pinheiro, M.A.A. & Hebling, N.J. 1998. Biologia de *Macrobrachium amazonicum* (De Man, 1879). In Valenti, W.C. (Ed.), *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões*, São Paulo: FAPESP, Brasília: IBAMA, p. 21-46.
- Pinto, M.E. 1977. O camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) em açudes públicos do nordeste do Brasil, administrados pelo Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS). Bachelor Thesis. Universidade Federal do Ceará, Brazil.
- Porto, L. A. C. 1998. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, Bela Vista de Goiás, GO, Brasil. *Dissertação de mestrado*. Universidade de São Paulo. 125 p.
- Porto, L. A. C. 2004. Estudos morfológicos em populações do complexo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 170 pp.
- Preto, B.L., Pizzato, G.M. & Valenti, W.C. 2008. Uso de bandejas de alimentação na fase de engorda do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 34(1): 125 - 130.
- Preto, B. L., Kimpara, J. M., Moraes-Valenti, P. & Valenti, W. C. 2010. Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies. *Aquaculture*, 307(3), 206-211.
- Rabalais, N. N. & Gore, R. H. 1985. Abbreviated development in Decapods. In: A. M. Wenner (ed.), *Larval growth*. Balkema, Rotterdam, pp. 67-126.

Rego, L. A. H., Vetorelli, M., Moraes-Riodades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2004. Seleção e manejo de fêmeas ovígeras para a larvicultura de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). In: *Abstracts of AquaCiência 2004*, Vitoria, p. 393. Jaboticabal, Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática.

Ribeiro, K., Franceschini-Vicentini, I. B., Papa, L. P., New, M. B. & Valenti, W. C. 2012. Effect of polyunsaturated fatty acids on the fecundity of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Aquaculture Research*, 43(12): 1756-1763.

Rocha, S. S. D. 2010. Diferença entre dois métodos de coleta utilizados na captura de crustáceos decápodes em um rio da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo. *Iheringia, Série Zoologica*, Porto Alegre, 100(2), 116-122.

Rodrigues, F. D. 1996. Biología populacional do camarão de água doce *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae), na região de Botucatu, SP. *Dissertação de Mestrado*, UNESP, 116 pp.

Román-Contreras, R. & Campos-Lince, L.S. 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el río Palizada, Campeche, México. *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología*, vol. 20, no. 1, p. 78-96.

Romero, M. E. 1980. Preliminary observation of potential of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. In: New, M. B. Giant prawn farming. Amsterdam: Elsevier. p. 411-416.

Sampaio, C. M. S., Silva, R. R., Santos, J. A. & Sales, S. P. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). *Braz. J. Biol.* 67(3): 551-559.

Santos, M. J. M. 2001. Policultivo de Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) e camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) em sistema semiintensivo de produção. *Dissertação* (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da Universidade de São Paulo, Jaboticabal.

Sastray, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: T.H.Waterman (ed.). The biology of Crustacea. Vol. 8. Environmental adaptation. Academics Press, New York, pp. 179-270.

Scaico, M. A. 1992. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda) de um açude do Nordeste Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19:89-96.

Shakuntala, K. 1977. The relation between body size and number of egg in the freshwater prawn, *Macrobrachium lamarrei* (H. Milne Edwards) (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, Leiden, v. 33, n. 1, p. 14 - 17.

Silva, A. 2011. Grandes projetos de investimentos: mudanças estruturais na cidade de Indianópolis após a construção da Usina Hidrelétrica de Miranda. *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL - Costa Rica, pp. 1-17.

Silva, B. B. D. 2011. Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia-*Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) – capturado na região das ilhas de Belém-Pará, Brasil. *Tese de Doutorado* - Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, 260 p.

- Silva, J. C. 2010. 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. *Tese de Doutorado* - Universidade Estadual Paulista. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Área de concentração: Zoologia, 101 p.
- Silva, K. C. 2002. Aspectos bioecológicos do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Pará, Belém, 125 p.
- Silva, K. C. A., Souza, R. A. L. & Cintra, I. H. A. 2002a. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, 2(1): 41-73.
- Silva, K. C. A., Souza, R. A. L. & Cintra, I. H. A. 2002b. Espécies de camarões capturadas em áreas estuarinas no município de Vigia, Pará, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, 2(1): 81-96.
- Silva, K. C. A., Cintra, I. H. A. & Muniz, A. P. M. 2005. Aspectos bioecológicos de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) a jusante do reservatório da hidroelétrica de Tucuruí - Pará. *Bol. Téc. Científ. CEPNOR*, Belém, 5(1): 55-71.
- Silva, M. C. N. 2006. Dinâmica populacional do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú - Belém-PA. *Dissertação de Mestrado*, Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará. Belém - PA, 75f.
- Silva, M. C. N., Frédou, F. L. & Rosa Filho, J. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da ilha de Combú, Belém, estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, 2 (4), 85-104.
- Silva, R. R. & Sampaio, C. M. S. 2004. Ciclo reprodutivo de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea: Palaemonidae). In: *Abstracts of AquaCiência 2004*, Vitoria, p. 382. Jaboticabal, Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática.
- Soares, M. R. S., Almeida, J.C.T., Oshiro, L.M.Y. & Sato, Y. 2009. 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*, São Lourenço. vol. único, p. 1-4.
- Souza, B. E., Stringuetta, L. L., Bordignon, A. C., Bohnenberger, L., Boscolo, W. R., & Feiden, A. 2009. Policultivo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações peletizada e farelada. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 30 (1), 225-232.
- Souza, G. D., Barros, M. P. & Braun, A. S. 1996. Densidade populacional de *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Decapoda, Palaemonidae) no Arroio Sapucaia, Localidade Morro Agudo, Município de Gravatá, RS. *Nauplius*, v. 4, p. 61-72.
- Taddei, F. G. 2006. Biologia populacional, reprodutiva e crescimento dos camarões palaemonídeos *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1868) (Crustacea: Caridea) na região noroeste do Estado de São Paulo. *Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)* – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 217 f.

- Teixeira, R. & Sá, H. S. 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodes nas áreas rasas do complexo lagunar Mundaú/ Mangaba, AL. *Revista Brasileira de Biologia* 58(3): 393- 404.
- Torloni, C.E.C., Santos, J.J., Carvalho, A.A.Jr & Corrêa, A.R.A. 1993. A pescada do piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo - CESP. *Série Pesquisa e Desenvolvimento (CESP: São Paulo)* 84: 1-23.
- Tundisi, J. G. 2003. Água no século 21: enfrentando a escassez. *RIMA/IIE*, São Carlos, Brasil, 247p.
- Urzúa, Á. & Anger, K. 2011. Larval biomass and chemical composition at hatching in two geographically isolated clades of the shrimp *Macrobrachium amazonicum*: intra or interspecific variation? *Int. J. Invertebr. Reprod. Dev.* 55: 236-246.
- Valencia, D. M. & Campos, M. R. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa*, 1456:1-44.
- Valenti, W. C. 1984. Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linneus, 1758) do Rio Ribeira de Iguapé (Crustacea, Palaemonidae). *Dissertação (Mestrado)* - Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 149 f.
- Valenti, W. C. 1985. Cultivo de camarões de água doce. Nobel, São Paulo, 82p.
- Valenti, W. C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. *World Aquaculture*, 24(1):30-34.
- Valenti, W. C. 1996. Criação de Camarões em Águas Interiores. *Boletim Técnico do CAUNESP* n.2, Jaboticabal: FUNEP, 81p.
- Valenti, W.C., Mello, J.T.C. & Lobão, V.L. 1986. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciênc. Cult.*, 38(7): 1256-1262.
- Valenti, W. C., Mello, J. T. C. & Lobão, V. L. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(1):9-15.
- Valenti, W. C., Mello, J. T. C. & Castagnolli, N. 1993. Efeito da densidade populacional sobre as curvas de crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) em cultivo semi-intensivo (Crustacea, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 10:427-438.
- Valenti, W. C. & New, M. B. 2000. Grow-out systems - Monoculture. In: New, M. B. & Valenti, W. C. (Ed.) *Freshwater Prawn Culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 157-176.
- Valenti, W. C. & Moraes-Riodades, P. M. C. 2004. Freshwater prawn farming in Brazil. *Global Aquaculture Advocate*, 7(4):52-53.
- Valenti, W. C. & Tidwell, J. H. 2006. Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere. In: Leung, P. S. & Engle, C. (Eds.). *Shrimp Culture: Economics, Market, and Trade*. Oxford, Blackwell Science. p. 263-278.

- Vazzoler, A.E.A.M. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. CNPq, Programa Nacional de Zoologia, Brasília, 108p.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá – PR, Ed. EDUEM, 169p.
- Velludo, M. R., Fenerich-Verani, N. & Moretto, E. 2005. Análise preliminar sobre a alimentação da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scianidae), em duas represas do Rio Tietê, SP. In: *Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu - MG.
- Vergamini, F.G., Pileggi, L.G. & Mantelatto, F.L. 2011. Genetic variability of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Contrib. Zool.* 80: 67-83.
- Vetorelli, M., Valenti, W.C. & Martins, M.I.E.G. 2006. Viabilidade econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em sistema fechado dinâmico, estocados em diferentes densidades. In: *II Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Anais* - Bento Gonçalves/RS. Aquaciência 1 (1), 18.
- Vono, V., Silva, L.G.M., Maia, B. P. & Godinho, H. P. 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. *Revta Bras. Zool.* 19 (3): 819 - 826.
- Walsh, C. J. 1993. Larval development of *Paratya australiensis* Kemp, 1917 (Decapoda: Caridea: Atyidae), reared in the laboratory, with comparisons of fecundity and egg and larval size between estuarine and riverine environments. *Journal of Crustacean Biology* 13: 456 - 480.
- Wenner, A. M. 1972. Sex Ratio as a Function of Size in Marine Crustacea. *The American Naturalist*, Vol. 106, No. 949, pp. 321-350.
- Wowor, D., Muthu, V., Meier, R., Balke, M., Cai, Y. X. & Ng, P. K. L. 2009. Evolution of life history traits in Asian freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) based on multilocus molecular phylogenetic analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 52: 340-350.
- Zanders, I. P. & Rodríguez, J. 1992. Effects of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adults and on oxygen consumption in larvae and adults of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 101(3), 505-509.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice - Hall. 662p.
- Zaret, T.M. & Suffern, J.S. 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnol. Oceanogr.* 27: 804-813.
- Zimmermann, S. 1991. Aquacultura de camarões de água doce: desenvolvimento e perspectivas no Estado do Rio Grande do Sul. *Logos*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 55-60.