



**CAROLINA DE REZENDE BONATTO**

**Ecologia e biologia do camarão de água doce  
*Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)  
(Decapoda: Caridea: Palaemonidae), em Minas  
Gerais.**

**LAVRAS-MG  
2015**

**CAROLINA DE REZENDE BONATTO**

**Ecologia e biologia do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*  
(Heller, 1862) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae), em Minas Gerais.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

**LAVRAS-MG**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Bonatto, Carolina de Rezende.

Ecologia e biologia do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(Decapoda: Caridea: Palaemonidae), em Minas Gerais. / Carolina de Rezende Bonatto. – Lavras : UFLA, 2015.

79 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Alessandra Angélica de Pádua Bueno.  
Bibliografia.

1. M amazonicum. 2. Caridea. 3. Dinâmica populacional. 4. Fatores abióticos. 5. Camarão de água doce. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**CAROLINA DE REZENDE BONATTO**

**Ecologia e biologia do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*  
(Heller, 1862) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae), em Minas Gerais.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de janeiro de 2015.

---

Dra. Ariádine Cristine de Almeida – UFU

---

Dr. Fernando Antônio Frieiro Costa - Unilavras

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno  
Orientadora

**LAVRAS-MG**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

São tantas coisas, tantas pessoas, tantos acontecimentos em nossas vidas que é difícil dizer qual a contribuição que cada momento, cada experiência e cada ser têm sobre nossa existência. A gratidão pelo dom da vida é a maior dádiva que uma pessoa pode ter. Agradeço a Deus por acordar todos os dias com saúde e disposição para buscar sabedoria, alegria e amor. Por ter meus amigos e familiares ao meu lado, e por proporcionar experiências para o meu crescimento pessoal e espiritual. Obrigado meu Deus por mais uma etapa que se encerra e que o Senhor continue iluminando meus caminhos para pensar e agir com sabedoria.

Agradeço aos meus familiares, aos que vivem longe e aqueles que vivem perto, por torcerem e se preocuparem comigo. Agradeço em especial meus dois avôs queridos, João e Laurindo, por me passar um pouco da experiência de vida de vocês e as minhas avós, Maria e Lourdes, que não estão mais aqui, mas foram e ainda são importantes na minha formação pessoal. Aos meus pais que acompanharam de perto toda a minha jornada, que acreditam e incentivam minhas escolhas.

A minha irmã Patrícia, ao Emanuel e principalmente meu pai, agradeço por terem a disposição de me ajudar com as coletas durante esse ano de pesquisa. Obrigado Paty por estar sempre ao meu lado, por me apoiar e por facilitar o meu dia-a-dia. Meu primo-irmão Bruno, agradeço pelos ótimos dias, pelas risadas e por proporcionar tanta alegria na minha vida. Obrigado Emanuel por sua companhia, pelos momentos maravilhosos, pela força e pelo carinho que tens comigo. Agradeço ao meu tio Luiz por ter feito parte da minha caminhada, por se preocupar comigo e por ter sido forte. Peço a Deus que ilumine você e lhe traga paz.

Aos meus amigos de todas as horas, Mary, Mari, Ramon e Susan, agradeço pela companhia, pelas conversas, conselhos e momentos. Ao pessoal que entrou no laboratório de carcinologia, a Taqua, a Stella, a Hélen, a Lorena, a Lud, a Thaís e o Junior, e também às meninas que saíram Rafinha, Rafa, Sarah e Silvinha, agradeço pela ajuda, pelos dias que ficamos juntos e por me fazerem crescer profissionalmente. A minha amiga-orientadora Alessandra, agradeço primeiramente por confiar e acreditar em mim. Também agradeço os momentos científicos ou não que passamos juntas, aos conselhos e sugestões dados. Obrigado por ser um exemplo de mulher, mãe, amiga e orientadora.

Ao programa de ecologia aplicada e a Universidade Federal de Lavras (UFLA) agradeço pela oportunidade, pelo aprendizado e por proporcionar contatos com ótimos profissionais e professores. Ao professor Dr. Paulo Pompeu, gostaria de agradecer a todas as aulas fantásticas da graduação e também do mestrado, a sua amizade, suas sugestões e por estar sempre disposto a ajudar.

Agradeço também à professora Dra. Ariádine Almeida e ao professor Dr. Fernando Frieiro, por aceitarem em fazer parte da banca e adicionar conhecimento no meu trabalho. Além disso, ao professor Fernando agradeço por ser responsável por meus passos iniciais na ciência.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) agradeço pelo apoio financeiro e por incentivar o desenvolvimento do ensino e da pesquisa.

A todos vocês que estiveram alguns minutos comigo durante a minha trajetória acadêmica, agradeço pela paciência, o apoio, o carinho, os conselhos, a amizade e por doarem um pouco de vocês para mim.

## RESUMO

No ambiente dulcícola, a espécie de camarão *Macrobrachium amazonicum*, é um importante componente do fluxo de energia e contribui amplamente para ciclagem de nutrientes. Além disso, esta espécie possui grande distribuição geográfica no Brasil e apresenta ampla variabilidade intraespecífica. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência dos fatores abióticos na estrutura populacional e na reprodução, além de elucidar questões sobre a dinâmica e crescimento da população. As coletas foram realizadas mensalmente, no período de Agosto de 2013 a Julho de 2014, na represa do Porto, no município de Perdões, Minas Gerais. Os animais foram capturados de forma ativa através de 15 lances de peneira sob o banco de macrófitas e levados para laboratório para serem sexados, mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax, contabilizados os ovos das fêmeas ovígeras e determinados os volumes dos ovos. Para avaliar a contribuição relativa dos fatores abióticos: oxigênio dissolvido, pluviosidade, pH, temperatura e condutividade, sobre os aspectos ecológicos e biológicos dos espécimes, foi utilizada a análise de partição hierárquica. Os comprimentos do cefalotórax foram distribuídos em classes de tamanho e em categorias demográficas e a curva de crescimento foi calculada de acordo com o modelo de crescimento de von Bertalanffy. Dos cinco fatores testados apenas o oxigênio dissolvido não apresentou relação com nenhum aspecto, por outro lado, a condutividade influenciou de maneira negativa a abundância e as classes de tamanho 2 e 3, e positivamente a fecundidade. A temperatura, por sua vez, apresentou relação positiva com comprimento do cefalotórax, o número e volume de ovos e também na porcentagem de fêmeas ovígeras. Foi encontrado um total de 2502 camarões, sendo 1248 machos, 1253 fêmeas, e somente machos dos morfotipos translúcidos. A abundância diferiu entre as estações. A proporção de fêmeas e machos da população em geral não diferiu do esperado 1:1, mas os machos foram significativamente maiores que as fêmeas. O menor espécime exibiu 1,44mm de cefalotórax, enquanto o maior indivíduo apresentou 10,72mm. No crescimento estimado, o comprimento máximo dessa população é de 8,80mm e a taxa de crescimento é de 0,017mm/mês. A população de *M. amazonicum* em Minas Gerais parece estar bem adaptada à região. Os aspectos de crescimento, reprodução e estrutura da população observados confirmam o que é conhecido para os crustáceos, o gênero *Macrobrachium* e para esta espécie. Além disso, os resultados reforçam a importância dos fatores abióticos na biologia e ecologia dos camarões de água doce.

Palavras-chave: Temperatura. Condutividade. Reprodução. Estrutura populacional. Minas Gerais. Razão sexual. Dinâmica populacional. Caridea.

## ABSTRACT

In the freshwater environment, the shrimp species *Macrobrachium amazonicum* is an important component in the energy flow and contributes largely for the nutrient cycling. Furthermore, this species has a large geographical distribution in Brazil and presents a broad intraspecific variability. In this way, the aim of this study is to evaluate the influence of the abiotic factors on the population structure and reproduction, and also elucidate issues about the dynamics and growth of the population. The samplings were performed monthly, from August 2013 to July 2014, at the Porto dam, on the municipality of Perdões, Minas Gerais. The animals were captured in an active way with 15 moves using a sieve net under the bank of aquatic macrophytes and taken to the laboratory to be sexed, measured the cephalothorax, count the eggs of the ovigerous females and determine the volume of the eggs. To evaluate the relative contribution of the abiotic factors: dissolved oxygen, rainfall, pH, temperature and conductivity, over the ecological and biological aspects of the specimens, it was used the hierarchical partitioning analysis. The cephalothorax lengths were distributed in size classes and demographic categories, and the growth curve was calculated according to the von Bertalanffy's growth model. Among the five factors tested, only the dissolved oxygen did not present relation with other aspects. The conductivity affected negatively the abundance and the size classes 2 and 3, and positively the fecundity. However, the temperature had a positive relationship with the cephalothorax length, the number and volume of the eggs and also on the percentage of ovigerous females. A total of 2.502 shrimps were collected, being 1.248 males, 1.253 females, and only males translucent morphotypes. The abundance differed between seasons. The proportion between females and males in general did not differ from the expected 1:1, but the males were significantly bigger than females. The smaller specimen was 1.44 mm of cephalothorax, while the bigger specimen was 10.72 mm. About the expected growth, the maximum length of this population is 8.80 mm and the growth rate is 0.017 mm/month. The population of *M. amazonicum* in Minas Gerais appears to be well adapted to the region. The aspects observed regarding growth, reproduction and population structure confirm what is known for the crustaceans, of the *Macrobrachium* genus and for this species. Moreover, the results reinforce the importance of the abiotic factors on biology and ecology of the freshwater shrimps.

Keywords: Temperature. Conductivity. Reproduction. Population structure. Minas Gerais. Sex ratio. Population dynamics. Caridea.



## SUMÁRIO

<b>Introdução Geral</b> .....	7
1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	8
2.1 Aspectos gerais .....	9
2.2 <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	10
2.3 Minas Gerais .....	14
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	15
REFERÊNCIAS.....	16
<b>Influência dos fatores abióticos na dinâmica populacional da espécie de camarão de água doce <i>Macrobrachium amazonicum</i> (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae)</b> .....	22
1 INTRODUÇÃO .....	25
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	27
2.1 Amostragem.....	27
2.2 Análise dos dados .....	28
3 RESULTADOS .....	29
4 DISCUSSÃO .....	33
REFERÊNCIAS.....	41
<b>Estrutura populacional e crescimento da espécie de camarão de água doce <i>Macrobrachium amazonicum</i> (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) na Região Hidrográfica do Paraná</b> .....	48
1 INTRODUÇÃO .....	51
2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	53
2.1 Área de estudo e coleta de dados .....	53
2.2 Análise de dados .....	55
3 RESULTADOS .....	56
4 DISCUSSÃO .....	64
REFERÊNCIAS.....	72

## **CAPÍTULO 1**

### **Introdução Geral**

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de somar conhecimento sobre a biologia e ecologia da espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no estado de Minas Gerais. As amostragens foram realizadas mensalmente no período de Agosto de 2013 a Julho de 2014, na Lagoa do Porto, em Perdões, Sudoeste do estado. Os resultados foram divididos em dois capítulos que foram desenvolvidos na forma de artigos. O segundo capítulo trata dos efeitos dos fatores abióticos na população e o terceiro, descreve a estrutura e o crescimento dos animais na Região Hidrográfica do Paraná.

Os animais foram caracterizados quanto ao sexo, quanto ao comprimento do cefalotórax e distribuídos em classes de tamanho. No segundo capítulo, através da análise de partição hierárquica (CHEVAN; SUTHERLAND, 1991), obtivemos a contribuição relativa de cada fator abiótico: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, pluviosidade e temperatura, sobre os aspectos reprodutivos, e também sobre os aspectos da dinâmica populacional.

No terceiro capítulo, caracterizamos os aspectos populacionais e estimamos o crescimento através da progressão temporal das modas da população em geral, dos machos e fêmeas pelo modelo de von Bertalanffy (1934), resultando nas curvas de crescimento dos animais.

Acreditamos que os resultados deste trabalho poderão ser utilizados como subsídio no emprego adequado deste recurso pouco estudado no estado de Minas Gerais, mas com grande potencial pesqueiro e ecológico nos ambientes dulcícolas do Brasil.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 Aspectos gerais

Como importantes membros das comunidades bentônicas tropicais (PEREIRA; CHACUR, 2009), e sendo o grupo de invertebrados de maior tamanho e ocorrência nos ambientes dulcícolas, os crustáceos decápodes possuem papel importante nos processos ecológicos deste e de outros ambientes, como o de água salgada (MAGALHÃES, 1999), e ainda apresentam diversas características que fazem dos representantes deste filo, modelos interessantes para o desenvolvimento de pesquisas.

Para a infraordem Caridea, características como a diversidade de habitats ocupados, assim como as diferenças morfológicas e o potencial de seus indivíduos para o cultivo, são os aspectos que despertam maior interesse neste grupo (BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999). Para o ambiente de água doce, dentre as famílias desta subordem, aquelas com maior número de espécies descritas são Atyidae e Palaemonidae (DE GRAVE; CAI, 2008).

Os camarões palaemonídeos são conhecidos popularmente como camarões de água doce (BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999), apesar de possuírem também representantes em águas salobras e salgadas (DE GRAVE; CAI, 2008). Inseridas no gênero *Macrobrachium* Bate, 1868, estão as principais espécies com importância comercial, as quais são exploradas na aquicultura e também em seus estoques naturais (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993), apresentam ampla distribuição mundial (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993), sendo importantes componentes nos ecossistemas das regiões tropicais e subtropicais (MANTELATTO; BARBOSA, 2005), onde se adaptaram a diversos tipos de ambiente (BENTES *et al.*, 2011).

Para o Brasil são descritas cerca de dezoito espécies deste gênero (PILEGGI; MANTELATTO, 2010), no entanto, aquela que é mais utilizada na aquicultura, principalmente por seu grande porte, é o camarão da Malásia, *M. rosenbergii* (De Man, 1879), introduzido no Brasil na década de 70

(PINHEIRO; HEBLING, 1998). Em relação às espécies nativas *M. carcinus* (Linnaeus, 1758), *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *M. amazonicum* (Heller, 1862) estas também são exploradas comercialmente, mas em uma escala menor. Em relação a *M. amazonicum* estudos têm demonstrado que o crescimento rápido, a fácil manutenção em cativeiro e o comportamento pouco agressivo, comparado a outras espécies do gênero, fazem do camarão-da-amazônia um ótimo candidato para criação em fazendas (DA SILVA *et al.*, 2004, SANTOS *et al.*, 2006, SAMPAIO *et al.*, 2007, MACIEL; VALENTI, 2009).

## **2.2 *Macrobrachium amazonicum***

Os camarões de água doce são recursos importantes na alimentação de peixes e aves (VALENTI, 2007). A espécie *M. amazonicum* é considerada um elemento relevante na cadeia alimentar, no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes (MACIEL; VALENTI, 2009). Esses animais, geralmente, são encontrados associados às raízes das plantas aquáticas de lagoas de planícies de inundação, lagos, rios e reservatórios da América do Sul (MACIEL; VALENTI, 2009). São capturados em maior abundância na época de enchente, quando há um aumento nos tapetes de macrófitas aquáticas, e conseqüentemente, há um aumento na quantidade de microhabitats para as larvas (ODINETZ-COLLART, 1993).

Esta espécie é natural da área que compreende a Bacia Amazônica, as Guianas e o curso superior do Rio Paraguai (COELHO, 1963) e ocorre em vinte dos vinte e seis estados brasileiros (PILEGGI *et al.*, 2013). Devido à ampla distribuição das populações de *M. amazonicum*, fez-se necessária a utilização de estudos com análises moleculares para elucidar a origem, história de vida e as relações filogenéticas destas populações (VERGAMINI *et al.*, 2011). Este estudo revelou que as populações de *M. amazonicum* do Brasil são um grupo

monofilético, mas que uma população ancestral originou as populações interiores da Região Hidrográfica do Amazonas. Outra população ancestral deu origem às populações interiores da Região Hidrográfica do Paraná/Paraguai e às populações costeiras do norte e nordeste do Brasil (VERGAMINI *et al.*, 2011).

Segundo esses autores, isso ocorreu devido ao isolamento geográfico, que se for mantido, poderá iniciar um processo de especiação em *M. amazonicum*. Já é possível notar diferenças morfológicas, fisiológicas e ecológicas entre as populações de cada localidade (MORAES-VALENTI *et al.*, 2010), que segundo Odinetz-Collart (1988), seria devido à diversidade dos habitats colonizados por esses animais. Por enquanto, essa tolerância a uma ampla quantidade de ambientes, com suas características, físicas e químicas particulares, mostra que a espécie possui elevada tolerância intrapopulacional (MACIEL; VALENTI, 2009), que auxilia no processo de dispersão e colonização de novos locais.

Dentre as variabilidades morfológicas da espécie, a presença dos morfotipos masculinos TC (“Translucent Claw”), CC (“Cinnamon Claw”), GC1 (“Green Claw 1”) e GC2 (“Green Claw 2”), é dependente da localidade (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2004). Uma população de *M. amazonicum* pode apresentar todos os morfotipos, ou apenas alguns deles, como Vergamini *et al.* (2011) observaram em populações das Regiões Hidrográficas do Paraná e Paraguai, que possuíam apenas machos TC e CC. Moraes-Valenti *et al.* (2010), sugerem que o desenvolvimento dos morfotipos é parte da estratégia de vida das populações de *M. amazonicum* para minimizar a competição intraespecífica.

Além dos morfotipos masculinos, o crescimento e a razão sexual também podem variar entre os locais, isso se deve segundo Maciel; Valenti (2009), a estrutura populacional de *M. amazonicum* ser dependente da densidade, e ainda, de poder ser influenciada pelos fatores ambientais.

Outros autores, também, sugerem que variações no ambiente podem afetar os padrões estruturais das populações (PEREIRA; CHACUR, 2009, BARROS-ALVES *et al.*, 2012), e estes por sua vez, podem interferir em questões reprodutivas da espécie, como o observado por Pantaleão *et al.* (2012), onde a presença dos morfotipos dos machos, influenciou no crescimento e na maturidade sexual morfológica.

Em crustáceos, o crescimento tem sido calculado através da análise da frequência de tamanho (OH *et al.*, 1999) e o modelo de von Bertalanffy (1934) é o mais empregado. Através deste, estima-se o tamanho máximo que os indivíduos podem atingir, o tamanho do corpo em determinada idade e, ainda, a taxa de crescimento dos espécimes. O fato da estrutura da população afetar o crescimento e os aspectos reprodutivos faz dela importante ferramenta no entendimento da estabilidade da população, principalmente, por esses dois fatores serem aspectos importantes da ecologia e história de vida das espécies (ANGER; MOREIRA, 1998).

Apesar de relevante, o crescimento em *M. amazonicum* tem sido estimado apenas em populações costeiras (GUEST, 1979, SILVA *et al.*, 2007). Por outro lado, os aspectos reprodutivos são abordados em vários estudos (LOBÃO *et al.*, 1986, ODINETZ-COLLART, 1988, SCAICO, 1992, ODINETZ-COLLART, 1993, ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994, SILVA *et al.*, 2002, DA SILVA *et al.*, 2004, SAMPAIO *et al.*, 2007, LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010, BENTES *et al.*, 2011, FREIRE *et al.*, 2012, PANTALEÃO *et al.*, 2012, HAYD; ANGER, 2013, MEIRELES *et al.*, 2013). Dentre as características químicas e físicas do ambiente, aquelas que mais afetam a estrutura, o crescimento e a reprodução de *M. amazonicum* são a temperatura, precipitação e características hidrológicas locais, além disso, o limite de tolerância é específico em cada população (MACIEL; VALENTI, 2009).

Uma dessas variações, quanto ao fluxo de água, é observada no comprimento dos indivíduos, que é distinto em ambientes lênticos e lóticos. Os animais são maiores nos rios de água corrente e menores em lagos e reservatórios (ODINETZ-COLLART, 1993). O comprimento dessa espécie também difere entre populações estuarinas e de água doce, os animais que completam todo seu ciclo de vida distante da salinidade dos oceanos apresentam tamanhos menores do que aqueles habitantes de estuários (HAYD; ANGER, 2013, MEIRELES *et al.*, 2013).

Essa variação no comprimento dos espécimes é de grande importância para as questões de aquicultura e pesca. Ela pode explicar o porquê da exploração comercial desta espécie ser mais acentuada no Norte e Nordeste do país, onde os pescadores artesanais vendem os animais para alimentação ou para servirem como iscas de peixes (MACIEL; VALENTI, 2009, LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010, BENTES *et al.*, 2011). Além de ser um dos subsídios utilizados para o manejo da espécie (VALENTI, 2007).

Embora seja um recurso existente em Minas Gerais, na Região Hidrográfica do Paraná que corta o estado, apenas dois trabalhos foram desenvolvidos com a espécie *M. amazonicum*. O primeiro trata da biologia e ecologia desses camarões, caracterizando sua distribuição, abundância, estrutura populacional, razão sexual, período reprodutivo e fecundidade (SILVA, 2010) e o segundo relata a área de ocorrência da espécie em Minas Gerais (PILEGGI *et al.*, 2013). Os exemplares de ambas as pesquisas são decorrentes do município de Planura, região do Triângulo Mineiro.

Além do fato de *M. amazonicum* fazer parte do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes (MACIEL; VALENTI, 2009) dos ambientes em que se encontra, e ainda apresentar grande variabilidade intraespecífica, que faz da espécie um bom modelo para estudos biológicos (MACIEL; VALENTI, 2009; MORAES-VALENTI *et al.*, 2010; HAYD; ANGER, 2013), entender o ciclo de



vida desses animais no estado, e comparar com as demais regiões, auxilia em uma exploração mais racional, e ainda amplia o conhecimento sobre as espécies que ocorrem no Brasil. Estes estudos geram subsídios para a escolha de matrizes na aquacultura, além de proporcionar maior força na carcinicultura das espécies do território brasileiro.

### **2.3 Minas Gerais**

A extensa área de Minas Gerais, 588,384 Km<sup>2</sup>, abriga três grandes biomas, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Além disso, o estado possui enorme potencial hídrico que faz dele grande gerador de energia elétrica, 17% do total de energia hidrelétrica produzida no país (DRUMMOND *et al.*, 2005a). Esse potencial hídrico é dividido em quatorze bacias hidrográficas que cortam o estado, sendo as cinco principais, a Bacia do São Francisco, a do Rio Grande, e a Bacia do Paranaíba, do Rio Doce e do Jequitinhonha (DRUMMOND *et al.*, 2005a). Os principais cursos d'água dessas bacias nascem em Minas Gerais e atravessam os limites estaduais. Dessa forma, os rios de Minas são considerados de domínio da união (MINAS GERAIS, 2006).

A Bacia do Rio Grande está situada na Região Hidrográfica do Paraná e possui 143, 437,79 km<sup>2</sup>, dos quais 60,20% estão localizados no estado mineiro (IPT, 2008). A Região Hidrográfica do Paraná é a terceira mais extensa do Brasil, ocupa 10,3% do território brasileiro e é menor apenas que as regiões hidrográficas Amazônica e Tocantins-Araguaia. A região é caracterizada por variações espaciais e temporais nos parâmetros climáticos, o que repercute na sua disponibilidade hídrica. A Região Hidrográfica do Paraná é dividida em seis unidades hidrográficas principais, sendo 16,3% de sua área ocupada pela unidade do Rio Grande (MMA, 2006).

Além de seu recurso hídrico, outros fatores como diferentes formas de relevo, as características específicas dos solos e do clima, influenciam para que Minas Gerais apresente uma cobertura vegetal rica e diversa (DRUMMOND *et al.*, 2005a). Entretanto, o estado sofre com degradação de habitats, exploração econômica de recursos naturais, caça, extrativismo e poluição (DRUMMOND *et al.*, 2005b). Essas práticas são capazes de reduzir a vegetação nativa e descaracterizar o perfil do território mineiro. A biodiversidade da região e os impactos que atuam sobre ela são informações que permitem a conservação de áreas que mantenham a heterogeneidade de Minas Gerais, sendo essas questões capazes de auxiliar os órgãos ambientais responsáveis na implantação de medidas mitigadoras na região.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Reforçando a plasticidade de *M. amazonicum* com o ambiente em que vive, no presente trabalho demonstramos a importância de fatores como a temperatura e condutividade nos processos essenciais para o desenvolvimento de uma população. O fato de a temperatura e a condutividade estarem relacionadas a aspectos reprodutivos e da estrutura populacional faz dessas duas variáveis imprescindíveis para a dispersão, colonização e manutenção nos ambientes. Além disso, os resultados encontrados para as condições abióticas e para a estrutura e o crescimento da população em Minas Gerais, acrescenta informações sobre a espécie em uma região com pouco conhecimento de seus aspectos biológicos e ecológicos.

## REFERÊNCIAS

ANGER, K.; MOREIRA, G. S. Morphometric and reproductive traits of tropical Caridean shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 823-838, 1998.

BARROS-ALVES, S.P.; ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D.F.R.; DA SILVA, J.C.; COBO, V.J. Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 266-275, 2012.

BENTES, B.; MARTINELLI, J. M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 925-935, 2011.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, **Editora UFRGS**, 1999.

CHEVAN, A.; SUTHERLAND, M. Hierarchical Partitioning. **The American Statistician**, v. 45, p. 90-96, 1991.

COELHO, P.A. Observações preliminares sobre a biologia e a pesca de camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1888 (Decapoda: Palaemonidae) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Trabalho do Instituto Oceanográfico Universidade de Recife**, v. 3, n. 4, p. 71-75, 1963.

DA SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S.; SANTOS, J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n.3A, p. 489-500, 2004.

DE GRAVE, S.; CAI, Y.; ANKER, A. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. **Hydrobiology**, v. 595, p. 287–293, 2008.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. ANTONINI, Y. Biodiversidade de Minas Gerais. 2ª edição. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, 2005a. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/atlas/aspecto.pdf>> Acesso em: 26 nov. 2014.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. ANTONINI, Y. Biodiversidade de Minas Gerais. 2ª edição. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, 2005b. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/atlas/conservacaoMinas.pdf>> Acesso em: 26 nov. 2014.

FREIRE, J.L.; MARQUES, C.B.; SILVA, B.B. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 65-76, 2012.

GUEST, W. C. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**, v. 37, n. 2, p. 141-152, 1979.

HAYD, L.; ANGER, K. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, n. 1, p. 39-57, 2013.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG (Relatório Síntese – R3). **Relatório Técnico nº 96.581-205 - i/ii**. [S.l.], p. 52, 2008.

LOBÃO, V. L.; ROJAS; N. E. T.; VALENTI, W. C. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 13, n. 2, p.15-20, 1986.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA-FILHO, J.S.; SILVA, M. C. N.; AZEVEDO, E.F. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu island (Amazon estuary). **Crustaceana**, v. 83, p. 277-290, 2010.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, v. 17, p. 61-79, 2009.

MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodos. In: Ismael, D.; Valenti, W.C.; Matsumura-Tundisi, T.. (Org.). Invertebrados de Água Doce. Vol. 4. Biodiversidade do Estado de São Paulo. **Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. 1ªed. São Paulo: FAPESP, v. 4, p. 127-133, 1999.

MANTELATTO, F.L.M.; BARBOSA, L. R. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, p. 245-255, 2005.

MEIRELES, A. L.; VALENTI, W. C.; MANTELATTO, F. L. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, N. 4, p. 718-731, 2013.

MINAS GERAIS (Estado). Agência Nacional das Águas (ANA). Plano estadual de recursos hídricos de Minas Gerais. **Relatório Final**. Dez. 2006. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/PERH/perhnet.pdf>> Acesso em: 26 nov. 2014.

MMA, Caderno da Região Hidrográfica do Paraná. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Morphotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, v. 36, p. 297-307, 2004.

MORAES-VALENTI, P.; MORAIS, P. A.; PRETO, B. L.; VALENTI, W. C. Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Aquatic Biology**, v. 9, p. 291–301, 2010.

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

ODINETZ-COLLART, O. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. p. 147-166. In: E. J. G. Ferreira; G. M. Santos; E. L. M. Leão and L. A. Oliveira. (eds.) Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. **Fatos e Perspectivas**, v. 2, Manaus, INPA, 1993.

ODINETZ-COLLART, O.; MAGALHÃES, C. Ecological constraints and life history strategies of palaemonid prawns in Amazonia. **Verhandlungen des Internationale Verein Limnologie**, v. 25, p. 2460-2467, 1994.

ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p.399-413, 1993.

OH, C. W.; HARTNOLL, R. G.; NASH, R. D. M. Population dynamics of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. **Journal of Marine Science**, V. 56, P. 718–733, 1999.

PANTALEÃO, J. A. F.; HIROSE, G. L.; COSTA, R. C. Relative growth, morphological sexual maturity, and size of *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in a population with an entirely freshwater life cycle. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 56, n. 3, p. 180–190, 2012.

PEREIRA, M. G. C.; CHACUR, M. M. Estrutura populacional de *Macrobrachium brasiliense* (Crustacea, Palaemonidae) do Córrego Escondido, Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 75-82, 2009.

PILEGGI, L. G.; MAGALHÃES, C.; BOND-BUCKUP, G.; MANTELATTO, F.L. New records and extension of the known distribution of some freshwater shrimps in Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 84, n. 2, p. 563-574, 2013.

PILEGGI, L. G.; MANTELATTO F.L. Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae), with emphasis on the relationships among selected American species. **Invertebrate Systematics**, v. 24, p. 194-208, 2010.

PINHEIRO, M. A. A.; HEBLING, N.J. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). In: Valenti, W.C. (ed.) Carcinicultura de água doce. **IBAMA/FAPESP**, Brasília. p. 21-46, 1998.

SAMPAIO, C. M. S.; SILVA, R. R.; SANTOS, J. A.; SALES, S. P. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 551-559, 2007.

SANTOS, J. A.; SAMPAIO, C. M. S.; SOARES-FILHO, A. A. Male population structure of the Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*) in a natural environment. **Nauplius**, 14(2): 55-63, 2006.

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

SILVA, J. C. 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, 85 p., 2010.

SILVA, K. C. A.; SOUZA, R.A.L.; CINTRA, I.H.A. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia, Pará, Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 2, p. 41-73, 2002.

SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F.L.; SOUTO-FILHO, J. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. **Amazonia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, p. 85-104, 2007.

VALENTI, W. C. Current status of freshwater prawn culture in Brazil. In: NAIR, C.M.; NAMBU DIRI., D.D.; JOSE., S.; SANKARAN, T.M.; JAYACHANDRAN, K.V.; SALIN, K.R. (eds) *Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture & Marketing. Proceedings of the International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, Kerala, India.* **Allied Publishers**, 105-110, 2007.

VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Genetic variability of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, v. 80, n. 1, p. 67-83, 2011.



## CAPÍTULO 2

**Influência dos fatores abióticos na dinâmica populacional da espécie de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae).**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos fatores abióticos, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, pluviosidade e temperatura da água, na dinâmica populacional do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*, a fim de entender como esses fatores interferem no desenvolvimento populacional. As coletas foram realizadas mensalmente, no período de Agosto de 2013 a Julho de 2014, na represa do Porto, no município de Perdões, Minas Gerais. Os animais foram capturados de forma ativa através de 15 lances de peneira, realizada por um indivíduo, sob o banco de macrófitas e levados para laboratório para serem sexados e analisados. As fêmeas ovígeras tiveram os ovos contabilizados e mensurados quanto ao volume. Elas ainda foram mensuradas quanto ao comprimento do cefalotórax. Para avaliar a contribuição relativa dos fatores abióticos, sobre os aspectos ecológicos e biológicos dos espécimes, foi utilizada a análise de partição hierárquica. Dos cinco fatores testados apenas o oxigênio dissolvido não apresentou relação com nenhum aspecto, por outro lado, a condutividade influenciou de maneira negativa a abundância e as classes de tamanho 2 e 3, e positivamente a fecundidade, a temperatura, por sua vez, apresentou relação positiva com comprimento do cefalotórax, o número e volume de ovos e também na porcentagem de fêmeas ovígeras. Os resultados demonstram que os fatores abióticos, principalmente, a condutividade e a temperatura, podem influenciar os aspectos reprodutivos, como a fecundidade, e também, a estrutura populacional, como a abundância, da espécie *M. amazonicum* e reforça a importância desses fatores na biologia e ecologia dos camarões de água doce.

Palavras-chave: Temperatura. Condutividade. Reprodução. Estrutura populacional.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of the abiotic factors electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, rainfall and water temperature on population dynamics of the freshwater shrimp *Macrobrachium amazonicum*, to understand how these factors affect the population development. The samplings were performed monthly, from August 2013 to July 2014, at the Porto dam, on the municipality of Perdões, Minas Gerais. The animals were captured in an active way with 15 moves using a sieve net, performed by a person, under the bank of aquatic macrophytes and taken to the laboratory to be sexed and analyzed. The ovigerous females had their eggs counted and measured as the volume. They were also measured as the cephalothorax length. To evaluate the relative contribution of the abiotic factors over the ecological and biological aspects of the specimens, it was used the hierarchical partitioning analysis. Among the five factors tested, only the dissolved oxygen did not present relation with other aspects. The conductivity affected negatively the abundance and the size classes 2 and 3, and positively the fecundity. However, the temperature had a positive relationship with the cephalothorax length, the number and volume of the eggs and also on the percentage of ovigerous females. The results demonstrate that the abiotic factors, mostly, conductivity and temperature can influence the reproductive aspects, such as fecundity, and population structure, such as abundance, the species *M. amazonicum* and reinforce the importance of these factors on the biology and ecology of the freshwater shrimps.

Keywords: Temperature. Conductivity. Reproduction. Population structure.

## 1 INTRODUÇÃO

Fatores como pluviosidade e vazão podem determinar o padrão de distribuição das plantas aquáticas e da matéria orgânica nas planícies de inundação (KENSLEY; WALKER, 1982). Pelo fato das raízes das macrófitas estarem associadas a componentes da dieta de alguns organismos (PASCHOAL *et al.*, 2013), nas regiões tropicais, as partes submersas das plantas apresentam uma rica fauna de invertebrados (MONTROYA, 2003). Dentre os representantes da comunidade de macroinvertebrados, os crustáceos decapodos são elementos relevantes nos rios tropicais (WELCOMME, 1985), principalmente por seus aspectos ecológicos e econômicos (MAGALHÃES, 1999).

Nesses locais, a exploração da fauna de macroinvertebrados, associados às macrófitas, é feita, principalmente, sobre os camarões de água-doce. Dentre as espécies que ocorrem no Brasil, no gênero *Macrobrachium* (Bate, 1868) estão inseridos os principais representantes com interesse comercial (ODINETZ-COLLART, 1993; ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993; BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999; MANTELATTO; BARBOSA, 2005), sendo eles, *M. carcinus* (Linnaeus, 1758), *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *M. amazonicum* (Heller, 1862) (ODINETZ-COLLART, 1993; MANTELATTO; BARBOSA, 2005).

As populações de *M. amazonicum* estão largamente distribuídas em território brasileiro. No país, a espécie ocorre em vinte estados (PILEGGI *et al.*, 2013), sendo as regiões norte e nordeste, os locais onde sua pesca é mais difundida (MACIEL; VALENTI, 2009). Nessas áreas, o estoque pesqueiro do camarão apresenta grande valor econômico, nutricional e cultural (ODINETZ-COLLART, 1993; BENTES *et al.*, 2011). Por outro lado, devido à questão cultural ou pela diferença nas questões biológicas da espécie, como o comprimento dos animais, as populações que ocorrem nas regiões que

compreendem a bacia do Paraná-Paraguai, são capturadas e utilizadas apenas como isca para peixes (MACIEL; VALENTI, 2009).

Além da importância econômica, outro fator que corrobora para que os estudos de *M. amazonicum* sejam de grande interesse, é a plasticidade apresentada pela espécie (ODINETZ-COLLART, 1988; ODINETZ-COLLART, 1991; MACIEL; VALENTI, 2009; MORAES-VALENTI *et al.*, 2010; VERGAMINI *et al.*, 2011). Em trabalhos realizados em viveiros, a densidade consistiu em um fator capaz de modificar o crescimento do camarão (COELHO *et al.*, 1982; MORAES-VALENTI *et al.*, 2010). Da mesma forma, entre as populações naturais da espécie, é possível observar grandes variações morfológicas (MACIEL; VALENTI, 2009; VERGAMINI *et al.*, 2011).

Essas variações, assim como as diferenças na estratégia reprodutiva, na taxa de crescimento e na estrutura da população de *M. amazonicum*, têm sido relacionadas à influência dos fatores ambientais, como as características hidrológicas e físicas, em cada população (ODINETZ-COLLART, 1988; MACIEL; VALENTI, 2009). Isso se deve ao fato da espécie habitar locais distintos, como o ambiente costeiro e de águas interiores, e ainda, locais com características lênticas e também lóxicas (ODINETZ-COLLART, 1988; MACIEL; VALENTI, 2009; MORAES-VALENTI *et al.*, 2010). Sendo assim, as características do ambiente podem promover ou limitar a distribuição dos indivíduos e o desenvolvimento da população.

Em vista à ampla distribuição e à plasticidade apresentada por *M. amazonicum*, e ainda, à influência que os fatores ambientais podem ter sobre suas populações, o objetivo desse estudo foi analisar a relação independente dos fatores abióticos com a abundância, fecundidade e estrutura da população e assim, esclarecer questões como quais fatores abióticos interferem na abundância populacional, quais influenciam os aspectos reprodutivos, e o que isso pode interferir na colonização e desenvolvimento da espécie no Brasil.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Amostragem

No período de Agosto/2013 a Julho/2014 foram realizadas coletas mensais em bancos de macrófitas localizados na região litorânea da lagoa do Porto, no município de Perdões, Sudoeste de Minas Gerais (21°09'32,1"S 45°08'56,6"W) (Figura 1). A lagoa é cercada por pasto e localiza-se a aproximadamente 150 m do leito do Rio Grande, sendo banhada por ele somente em períodos de grandes cheias (Figura 2). Com o auxílio de uma peneira em formato de meia circunferência (80 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade) com malha de tela de mosquiteiro, os espécimes foram coletados, por um indivíduo, de forma ativa no período vespertino. A peneira era introduzida sob a vegetação e levantada rapidamente, com esforço amostral de 15 lances. Os indivíduos coletados foram armazenados em potes plásticos, as fêmeas ovígeras individualizadas, e posteriormente depositados em bolsa térmica com gelo.

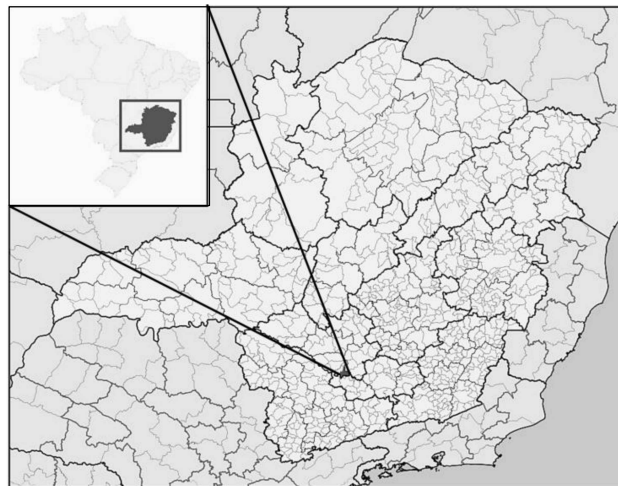


Figura 1 Localização do município de Perdões-MG. Fonte: PERDÕES (2015), modificado por Bonatto, C.R.. Janeiro 2015.



Figura 2 Foto da lagoa onde foram realizadas as coletas.

Juntamente à coleta do material biológico, foram realizadas medições, na superfície da água, dos seguintes parâmetros abióticos: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg.l}^{-1}$ ), condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) e pH. Os valores de pluviosidade (mm) foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Lavras – convênio UFLA/INMET. A precipitação média anual da cidade é de 1.529,7mm (PERDÕES, 2014).

## 2.2 Análise dos dados

Com o auxílio de um estereomicroscópio equipado com uma ocular micrométrica (precisão de 0,01 mm), todos os animais foram mensurados quanto ao comprimento da carapaça - CC (distância entre a margem posterior da órbita até o ponto médio da margem posterior da carapaça) e as fêmeas ovígeras ainda tiveram, após retirada e contagem total dos ovos aderidos aos pleópodes, uma amostra de 20 ovos mensurados quanto ao diâmetro menor e maior (ANGER; MOREIRA, 1998). A partir dos diâmetros foi determinado o volume de cada ovo pela seguinte fórmula  $V = \pi.l.h^2/6$ , onde  $l$ =diâmetro maior e  $h$ =diâmetro menor (HAYD; ANGER, 2013) e posteriormente, calculou-se a média do volume de ovos para cada fêmea ovígera.

Para o cálculo das classes de tamanho, primeiramente foi obtido o valor do intervalo de classe, a partir de um quarto do somatório do desvio padrão do CC de cada mês (MARKUS, 1971) e posteriormente foram formadas as

categorias, as quais foram agrupadas em apenas quatro classes, sendo pertencentes à classe 1, camarões com o tamanho da carapaça de 1,44 a 3,42mm, a classe 2, os animais com tamanho variando de 3,75 a 6,06mm, a classe 3, indivíduos com a carapaça de 6,39 a 8,70mm, e a classe 4, com os maiores exemplares, de 9,03 a 11,00mm.

Análises de partição hierárquica (CHEVAN; SUTHERLAND, 1991) foram utilizadas para avaliar a contribuição relativa dos fatores abióticos sobre a abundância, o comprimento da carapaça, as classes de tamanho e os aspectos reprodutivos: fecundidade, número e volume dos ovos e porcentagem de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum*. A análise de partição hierárquica considera todos os modelos lineares possíveis de uma regressão multivariada a fim de identificar, de maneira independente, a porcentagem de variância que é explicada por cada fator causal (CHEVAN; SUTHERLAND, 1991; MACNALLY, 2000; MACNALLY, 2002). Os modelos foram implementados usando o pacote hier.part, livre no software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

Para o cálculo da influência dos fatores abióticos foram utilizados os valores mensais absolutos, da abundância, classes de tamanho e número de ovos, já para a fecundidade, o comprimento da carapaça (CC) e volume dos ovos foi utilizado a média mensal, e ainda a porcentagem de fêmeas ovígeras por mês.

### **3 RESULTADOS**

Os dados dos fatores ambientais obtidos durante o período de estudo e a média anual de cada fator estão presentes na Tabela 1.



Tabela 1 Valores mensais, média e desvio padrão (DP) dos parâmetros ambientais da área amostrada.

MESES	CE ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	OD ( $\text{mg.l}^{-1}$ )	pH	IP (mm)	T ( $^{\circ}\text{C}$ )
<b>ago/13</b>	14	1.6	6.1	1.9	24.6
<b>set/13</b>	15	1.6	6.7	64.4	25.6
<b>out/13</b>	21	1.7	7.9	85.6	30.7
<b>nov/13</b>	18	1.6	7.6	173.4	30.5
<b>dez/13</b>	27	3.4	7.6	162.2	30.7
<b>jan/14</b>	30	4.7	7.8	249.3	29.6
<b>fev/14</b>	35	6.0	8.0	34.4	31.6
<b>mar/14</b>	37	1.5	7.7	77.9	30.1
<b>abr/14</b>	41	1.6	7.4	122.8	24.8
<b>mai/14</b>	40	3.0	7.3	20.1	20.9
<b>jun/14</b>	39	1.5	7.1	3.7	21.2
<b>jul/14</b>	35	1.3	7.8	45.3	20.0
<b>Média±DP</b>	29.3±10.0	2.5±1.5	7.4±0.5	86.7±76.5	26.7±4.3

CE = condutividade elétrica; OD = oxigênio dissolvido; IP = índice pluviométrico; T = temperatura da água.

A análise de partição hierárquica demonstrou que todos os resultados significativos apresentaram um único parâmetro ambiental como sendo o que melhor explica os valores encontrados para as variáveis respostas (Gráficos 1 e 2). Dentre os cinco fatores abióticos mensurados, apenas o oxigênio dissolvido não foi significativamente relacionado a uma variável, por outro lado, condutividade e temperatura explicaram o maior número de variáveis, sendo abundância, fecundidade e classes de tamanho 2 e 3, para a primeira, e comprimento da carapaça, número e volume de ovos e porcentagem de fêmeas ovígeras para a segunda. A relação entre a condutividade e a fecundidade foi

positiva, e com as demais variáveis apresentou-se negativa. A temperatura, por sua vez, se relacionou positivamente com todas as variáveis nas quais esse parâmetro foi significativo. Para o pH somente foi observada uma relação negativa com a classe de tamanho 4 e para a pluviosidade também houve apenas uma relação, entretanto, essa foi positiva e com os indivíduos da classe de tamanho 1.

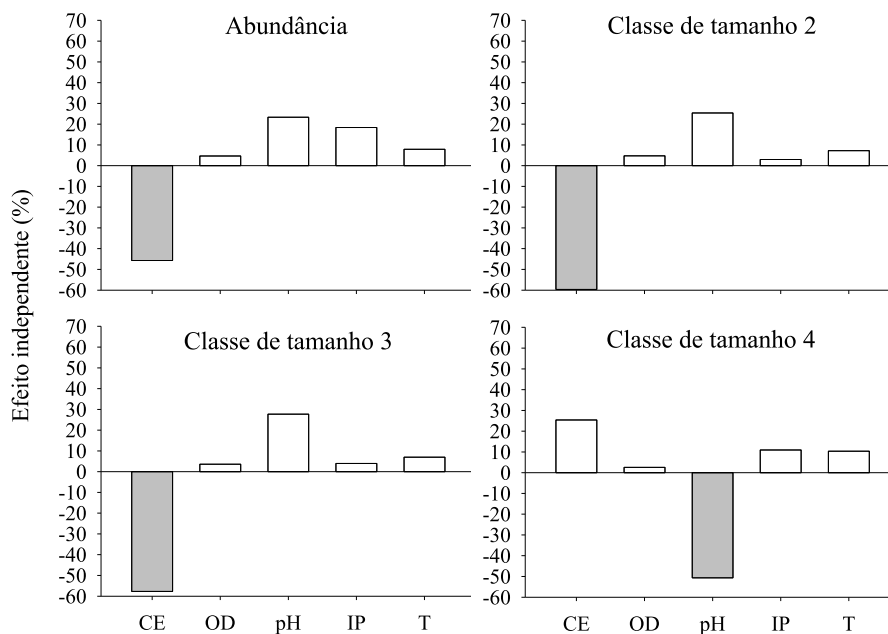


Gráfico 1 Distribuição da porcentagem do efeito independente das variáveis ambientais mensuradas na abundância e classes de tamanho 2, 3 e 4, da espécie *M. amazonicum*. Barras cinza representam efeito significativo ( $p < 0,05$ ), determinado pelo teste de randomização. Relações positivas ou negativas são mostradas pelas barras acima ou abaixo do eixo horizontal, respectivamente. Classe de tamanho 2 inicia em 3,75mm e termina em 6,06mm, classe de tamanho 3 compreende os animais com cefalotórax de 6,39 a 8,7mm, classe de tamanho 4 são os indivíduos com comprimentos de 9,03 até 11,01mm. CE = condutividade elétrica; OD = oxigênio dissolvido; IP = índice pluviométrico; T = temperatura da água.

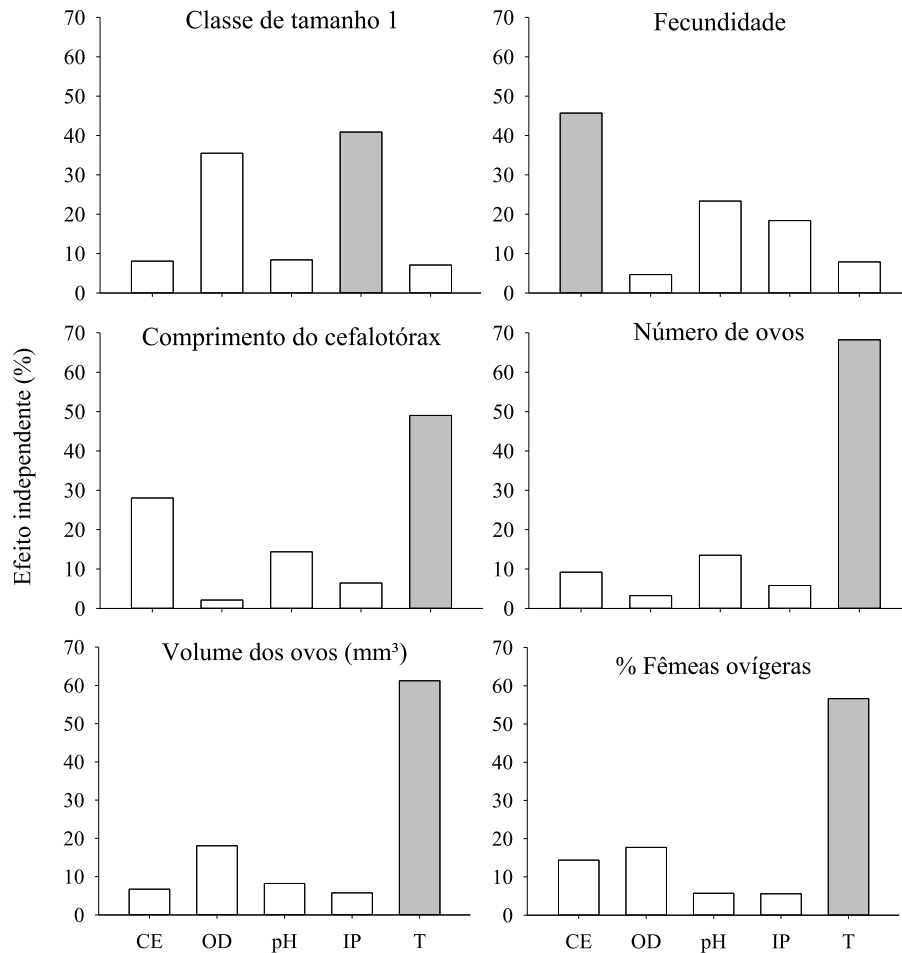


Gráfico 2 Distribuição da porcentagem do efeito independente das variáveis ambientais mensuradas na classe de tamanho 1, na fecundidade, no comprimento do cefalotórax, no número e volume dos ovos e na porcentagem de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum*. Barras cinza representam efeito significativo ( $p < 0,05$ ), determinado pelo teste de randomização. Relações positivas ou negativas são mostradas pelas barras acima ou abaixo do eixo horizontal, respectivamente. Classe de tamanho 1 inicia em 1,44mm e termina em 3,42mm. CE = condutividade elétrica; OD = oxigênio dissolvido; IP = índice pluviométrico; T = temperatura da água.

#### 4 DISCUSSÃO

Diversos autores sugerem que algumas diferenças observadas na biologia e ecologia dos camarões de água doce, como comprimento dos animais, fecundidade, abundância, entre outros, podem ser explicadas através da influência dos fatores ambientais (ODINETZ-COLLART, 1991; ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993; MANTELATTO; BARBOSA, 2005; LIMA *et al.*, 2006; MACIEL; VALENTI, 2009; MATTOS; OSHIRO, 2009; DORNELLAS *et al.*, 2011; BARROS-ALVES *et al.*, 2012; FREIRE *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2013). Em um estudo com *M. jelskii*, no Rio Grande (MG), Barros-Alves *et al.* (2012) apontam além das variações genéticas, as condições ambientais como possível fator capaz de influenciar o crescimento diferencial entre os sexos nos camarões de água doce.

Apesar dos fatores abióticos apresentarem-se como ponto crítico no desenvolvimento de algumas espécies, *M. amazonicum*, possui como característica a rápida adaptação em diferentes ambientes (ODINETZ-COLLART, 1991). A sua ampla distribuição geográfica está relacionada às variações fenotípicas encontradas em cada população, que apresentam diferenças morfológicas, fisiológicas e ecológicas (MORAES-VALENTI *et al.*, 2010), de acordo com as condições ambientais locais (VERGAMINI *et al.*, 2011). Corroborando com essas informações, a análise de partição hierárquica demonstrou que mais de um fator ambiental pode ajudar a explicar as questões biológicas e ecológicas nas populações continentais de *M. amazonicum*.

Dentre os parâmetros testados, aquele que melhor explica os valores encontrados para abundância é a condutividade. De acordo com Welcomme (1985), a condutividade mede a quantidade total de íons presentes na água. Com relação aos crustáceos, esta disponibilidade é de extrema relevância, principalmente quando se fala em crescimento. Nesses animais, a necessidade,

de cálcio, é alta, uma vez que, para o crescimento do corpo são realizadas trocas regulares do exoesqueleto (GREENAWAY, 1985). No processo de muda, além do cálcio, os níveis de fósforo também são importantes. A alta presença desse elemento no pré e pós muda, demonstra a sua ligação com a construção do novo exoesqueleto e também com a deposição de carbonato de cálcio (WANG *et al.*, 2003).

A relação encontrada entre o número de indivíduos de *M. amazonicum* e a condutividade foi negativa, ou seja, quando há um aumento na condutividade, a abundância de camarões diminui. É possível que essa relação esteja relacionada ao processo de regulação osmótica desses animais. Apesar de possuírem mecanismos regulatórios eficientes, contra o influxo osmótico de água e a perda de sais por difusão (AUGUSTO *et al.*, 2007), sofrem estresse muito grande com o aumento na concentração de íons na água. Este aumento na salinidade também afetou as fêmeas de *Macrobrachium rosenbergii*, que tiveram seu crescimento reduzido quando a salinidade aumentou de 0‰ para 16‰ (HABASHY; HASSAN, 2011). Mashiko (2000), por outro lado, encontrou para *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) de ambientes estuarinos, diminuição no crescimento quando os animais foram para o ambiente de água doce e atribuiu este fato ao estresse osmorregulatório.

Esta diferença no crescimento quando animais de água doce são colocados em águas salobras, e vice versa, pode estar relacionada à disponibilidade de cálcio nesses ambientes, que é ilimitado em águas salgadas e salobras, e com níveis muito baixos em água doce (GREENAWAY, 1985). Para lagos e lagoas, a condutividade elétrica tende a ser maior na seca, quando os íons encontram-se concentrados, e menor na estação chuvosa, quando os íons estão dissolvidos (WELCOMME, 1985). Silva *et al.* (2002), encontraram maior abundância de *M. amazonicum* durante a época chuvosa, assim como Muller; Prazeres (1992), observaram para *M. olfersii*.

Em outro trabalho com *M. olfersii*, Dornellas *et al.* (2011), também observaram relação negativa entre a condutividade e a vazão da água, entretanto, obtiveram correlação positiva entre a condutividade e a abundância. Para *M. amazonicum*, Odinetz-Collart (1991), Odinetz-Collart; Moreira (1993), Freire *et al.* (2012), capturaram maior número de indivíduos na estação seca, o que, Barros-Alves *et al.* (2012), em seu trabalho com *M. jelskii*, sugerem estar relacionado a outros fatores como a vegetação local, a disponibilidade de alimento e a qualidade da água. Além disso, o aumento do volume do rio e, conseqüentemente, a maior velocidade da correnteza no período chuvoso, dificulta a captura dos organismos (FREIRE *et al.*, 2012).

Em relação às classes de tamanho, podemos notar que diferentes parâmetros ambientais afetam diferentes classes da população. A menor classe, que compreende indivíduos com variação do comprimento da carapaça entre 1,44mm a 3,42mm, possui relação significativa e positiva com a pluviosidade. Esse modelo foi encontrado para a população de *M. amazonicum* na Amazônia Central, onde Odinetz-Collart; Moreira (1993) observaram o recrutamento no início da cheia, e também para a população dessa espécie no Paraná, que apresentou maior número de juvenis no mês em que o índice de pluviosidade foi máximo (BIALETZKI *et al.*, 1997). Odinetz-Collart (1991) sugere que o maior volume de chuva pode influenciar na sobrevivência e crescimento dos animais, uma vez que o aumento da área ocupada pela água pode originar novas regiões de berçário e aumentar a produtividade nas planícies de inundação.

Por outro lado, Mattos; Oshiro (2009), não encontraram correlação entre o número de juvenis e a pluviosidade para *M. potiuna*, contudo, notaram número maior de jovens em meses com águas mais frias, quando a quantidade de oxigênio dissolvido é maior. Da mesma maneira, o resultado da análise de partição do presente trabalho, apesar de não significativo, demonstra que o oxigênio dissolvido, também, seria um bom fator para elucidar os valores

encontrados para a classe de tamanho 1. O aumento da oxigenação da água poderia favorecer o desenvolvimento dos indivíduos jovens (MATTOS; OSHIRO, 2009), e o oposto, a falta de chuva, ou o baixo nível da água, no período de seca, reduziria a oxigenação e, conseqüentemente, diminuiria as taxas metabólicas desses organismos (LIMA *et al.*, 2013).

Diferente do observado para os menores indivíduos, o resultado da análise para as classes de tamanho 2, 3 e 4, apontaram a condutividade, para as duas primeiras, e o pH, para a última classe, como o fator que melhor explica os resultados obtidos, e uma relação negativa entre essas variáveis. Sendo assim, os valores encontrados para os indivíduos com tamanho intermediário, classes 2 e 3, são maiores quando a condutividade é menor, e para os animais com maior comprimento de carapaça, isso ocorre quando o pH é menor, sendo o valor mínimo de pH encontrado no estudo igual a 6,13 ( $7,4 \pm 0,5$ ).

Da mesma maneira do observado para a abundância, a regulação osmótica seria o principal fator a diminuir o número de animais nas classes intermediárias quando a condutividade é alta. Além disso, como se trata de uma classe ativa quanto à reprodução, as fêmeas investem energia na maturação e desova (OH *et al.*, 1999), e os machos estão mais ativos em busca de parceiras para cópula. Esse fator seria um agravante na disponibilidade de energia desses animais para a osmorregulação.

Essa diminuição da energia em um processo em detrimento de outro, também foi observada por Vijayan; Diwan, (1995) para *Penaeus indicus*, onde, em altas salinidades, os camarões dispensaram mais energia na osmorregulação, e passaram a economizá-la em outros processos, como o crescimento. Estes mesmos autores encontraram que o melhor resultado para o crescimento destes animais ocorre em uma faixa ótima de salinidade, temperatura e pH.

Isso nos leva a crer que o mesmo pode ocorrer para todos os processos fisiológicos dos camarões, e em relação ao processo de muda, que influencia

além do crescimento, alguns processos fisiológicos (WANG *et al.*, 2003). Qualquer desvio da faixa ótima, como um aumento na condutividade, traria consequências negativas para a fisiologia dos camarões.

O mesmo ocorre com a relação encontrada entre o pH e a classe de tamanho 4. Saindo da sua faixa ótima, tanto abaixo quanto acima, para os processos de muda e crescimento, ele é um fator limitante (VIJAYAN; DIWAN, 1995). Para a espécie de peneídeo *Penaeus indicus*, habitante de águas salgadas, o pH ótimo é entre 7,8 a 8,2. Já para *M. amazonicum*, Odinetz-Collart (1988), encontrou baixa presença da espécie em águas ácidas da Amazônia, enquanto a maior captura de organismos grandes ocorreu na época de cheia, com o pH variando de 5,2 a 7,1 (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993), quando, devido à maior precipitação, há uma diluição na concentração de íons de hidrogênio na água (NAIME; FAGUNDES, 2005).

Para o comprimento da carapaça, o número e volume de ovos e para a porcentagem de fêmeas ovígeras desta população, a temperatura foi o parâmetro que melhor explicou a variação dos dados, sendo essa relação positiva. Para *M. rosenbergii*, Habashy; Hassan (2011) encontraram que a temperatura e salinidade são parâmetros que afetam tanto o crescimento, como a reprodução dos indivíduos. Além disso, da mesma forma que o encontrado, para o comprimento da carapaça, neste trabalho, eles notaram que *M. rosenbergii* é maior quando há aumento da temperatura, e propuseram que isso ocorre devido ao aumento na ingestão calórica dos indivíduos quando aquela é mais elevada.

Além da temperatura da água, a disponibilidade de recursos alimentares são os principais responsáveis pela diferença na taxa de crescimento das populações (MASHIKO, 2000). O tamanho dos indivíduos na espécie *M. amazonicum* é muito variável. No estudo de Meireles *et al.* (2013), a comparação entre as populações do Pará e do Mato Grosso do Sul evidenciou diferença entre esses locais, sendo uma delas relacionada ao tamanho dos



indivíduos. Animais coletados na região estuarina do Pará apresentam maior tamanho quando comparados aos indivíduos do Mato Grosso do Sul. Segundo esses autores, essa característica confirma a boa adaptação a diferentes condições ambientais dos camarões dessa espécie.

No mesmo estudo de *M. rosenbergii*, Habashy; Hassan (2011), ainda encontraram maior número de ovos e maior fecundidade na temperatura de 29°C, quando comparado à temperatura de 24°C. O mesmo ocorreu para o maior número de fêmeas em desova. Para *M. amazonicum* da Bacia Amazônica, Odinetz-Collart (1993) encontrou maior número de ovos no período de cheia, assim como no trabalho de Odinetz-Collart; Moreira (1993), os maiores espécimes da população, para essa bacia, também foram capturados nesse período, que corresponde à época com maior disponibilidade de alimentos (SILVA *et al.*, 2007) e, conseqüentemente, maior temperatura. Havendo maior probabilidade dos indivíduos sobreviverem após a eclosão da larva (ODINETZ-COLLART, 1993).

Assim como encontrado para o número de ovos, outros estudos com *M. amazonicum*, como o de Silva *et al.* (2002) na região norte do Brasil, encontraram maior número de fêmeas ovígeras em temperaturas mais elevadas, que compreende os meses de maio, julho, setembro e fevereiro, sendo a média para cada mês de 27,5, 27,5, 29,5 e 26,5°C, respectivamente, e o de Odinetz-Collart (1991), que observou o pico reprodutivo da espécie no mês de maio e um aumento no número de fêmeas nos meses de março, junho e novembro. Também na região norte do país, mas para a espécie de camarão *M. jelskii*, Lima *et al.* (2013), também encontraram maior número de fêmeas ovígeras nos meses mais quentes, que compreende o período chuvoso e abrange os meses de dezembro a maio, com um pico em fevereiro. Entretanto, para *M. brasiliense*, a precipitação apresentou relação negativa com a abundância de fêmeas no Mato Grosso do Sul (PEREIRA; CHACUR, 2009).

A semelhança ou diferença no ciclo reprodutivo dessas espécies pode ser explicada pelas características de cada região de estudo e também pelo fato dos crustáceos apresentarem uma faixa de distribuição ótima em relação aos fatores ambientais, incluindo a temperatura (PINHEIRO *et al.*, 1994). Na família Majidae, Pinheiro *et al.* (1994), observaram que o desenvolvimento embrionário diminuiu quando houve o aumento da temperatura além da faixa ótima para esta família. Também é possível observar que entre os estágios embrionários dos camarões existem diferenças no volume dos ovos, sendo maior nos estágios mais avançados de desenvolvimento (HAYD; ANGER, 2013). Da mesma maneira, entre populações costeiras e continentais essa diferença também é notada, sendo maior em populações que completam todo seu ciclo reprodutivo em água doce (BUCKUP; BOND-BUCKUP, 1999).

De acordo com Buckup; Bond-Buckup (1999), a reprodução na subfamília Palaemoninae é estimulada pelo fotoperíodo, mas para Maciel; Valenti (2009), além desse fator, o ciclo reprodutivo de *M. amazonicum*, pode variar por influência da precipitação e das características hidrológicas. No presente trabalho, a temperatura foi o fator que mais explicou os aspectos reprodutivos, sendo responsável pela variação no comprimento da carapaça, no número e volume dos ovos e na porcentagem de fêmeas ovígeras, exibindo uma relação positiva com essas variáveis. Contudo, como sugerido por Habashy; Hassan (2011), a salinidade, também, é um fator importante na reprodução, e neste estudo, apresentou relação diretamente proporcional com a fecundidade, ou seja, quanto maior a condutividade, maior a fecundidade.

Maciel; Valenti (2009), já haviam proposto que a fecundidade seria influenciada pela disponibilidade de nutrientes e pela quantidade de sais dissolvidos na água. Confirmando esses resultados, Giménez; Anger (2001), relataram que a salinidade é um fator que pode afetar a qualidade da oogênese, da embriogênese e do desenvolvimento larval, o que pode interferir na

fecundidade. Em relação às espécies pertencentes ao gênero *Macrobrachium* com potencial para comercialização, a fecundidade de *M. amazonicum* é considerada baixa (MACIEL; VALENTI, 2009), podendo diferir entre populações continentais e costeiras, de acordo com as características ambientais e evolutivas de cada população (MEIRELES *et al.*, 2013).

Além das diferenças nas condições do ambiente e as características evolutivas, a variação encontrada entre as populações de *M. amazonicum*, também pode ser influenciada pelo comprimento máximo das fêmeas analisadas, uma vez que a fecundidade, nesta espécie, aumenta linearmente com o comprimento da fêmea (LOBÃO *et al.*, 1986; SCAICO, 1992; ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994). Essa relação entre o tamanho e a fecundidade, e por sua vez, o incremento do comprimento com a temperatura, nos faz acreditar que exista maior fecundidade nos períodos mais quentes.

Maciel; Valenti (2009), também já haviam mencionado que a temperatura seria um fator que limitaria a distribuição de *M. amazonicum* para o sul do Brasil, o que também foi encontrado no presente estudo, pelo fato das variáveis reprodutivas estarem relacionadas positivamente à temperatura, ou seja, em temperaturas maiores, a média para o presente estudo igual a  $26,69 \pm 4,35$ , há maior porcentagem de fêmeas ovígeras e o comprimento da carapaça é maior, o que possibilita a fêmea carregar maior número de ovos. Temperaturas mais baixas poderiam reduzir a capacidade reprodutiva de *M. amazonicum*. Além da estratégia reprodutiva, a influência de fatores distintos em classes de tamanho diferentes pode auxiliar a sobrevivência da espécie em condições adversas, uma vez que a anormalidade de um parâmetro, por exemplo, a pluviosidade, não irá afetar igualmente todos os indivíduos da população. Entretanto, a tolerância da espécie aos fatores ambientais é característica em cada localidade (MACIEL; VALENTI, 2009), e por isso, há a necessidade de mais estudos.

Sugerimos que em trabalhos futuros, além dos parâmetros ambientais mensurados nesse estudo, outros fatores como profundidade, características químicas da água, como quantidade de íons dissolvidos e abundância de vegetação sejam mensurados a fim de esclarecer melhor a interação da espécie *M. amazonicum* com o ambiente. No entanto, os resultados do presente trabalho corroboram com a questão da influência dos fatores ambientais na biologia e ecologia dos camarões de água doce, uma vez que demonstram que os fatores abióticos podem influenciar de forma distinta, diferentes questões da dinâmica da população de *M. amazonicum*.

#### REFERÊNCIAS

ANGER, K.; MOREIRA, G. S. Morphometric and reproductive traits of tropical Caridean shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 823-838, 1998.

AUGUSTO, A.; GREENE, L. J.; LAURE, H. J.; MCNAMARA, J. C. The ontogeny of isosmotic intracellular regulation in the diadromous, freshwater palaemonid shrimps, *Macrobrachium amazonicum* and *M. olfersii* (Decapoda). **Journal of Crustacean Biology**, v. 27, n. 4, p. 626-634, 2007.

BARROS-ALVES, S.P.; ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D.F.R.; DA SILVA, J.C.; COBO, V.J. Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 266-275, 2012.

BENTES, B.; MARTINELLI, J. M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 925-935, 2011.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BOND-BUCKUP, G. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 2, p. 379-390, 1997.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, **Editora UFRGS**, 1999.

CHEVAN, A.; SUTHERLAND, M. Hierarchical Partitioning. **The American Statistician**, v. 45, p. 90–96, 1991.

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M.; BARRETO, A. V.; COSTA, V. E. Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, n. 1, p. 45-49, 1982.

DORNELLAS, E. J.; SILVA, F. M.; MOTTA, D. G.; SIMÕES, C. B.; SÁ, F. S. Ocorrência de *Macrobrachium olfersii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em um afluente do Rio Santa Maria da Vitória, em Santa Leopoldina, ES, Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 9, n. 1, p. 19-26, 2011.

FREIRE, J.L.; MARQUES, C.B.; SILVA, B.B. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 65-76, 2012.

GIMÉNEZ, L.; ANGER, K. Relationships among salinity, egg size, embryonic development, and larval biomass in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 260, p. 241-257, 2001.

GREENAWAY, P. Calcium balance and moulting in the crustacea. **Biological Reviews**, v. 60, p. 425–454, 1985.

HABASHY, M. M.; HASSAN, M. M. S. Effects of temperature and salinity on growth and reproduction of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea- Decapoda) in Egypt. **International Journal of Environmental Science and Engineering**, v. 1, p. 83-90, 2011.

HAYD, L.; ANGER, K. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, n. 1, p. 39-57, 2013.

KENSLEY, B.; WALKER, I. Palaemonid shrimps from the Amazon Basin Brasil (Crustacea, Decapoda, Natantia). **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 362, p. 1-28, 1982.

LIMA, D. P.; SILVA, L. M. A.; LIRA, A. C. S. Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em uma planície inundável na Amazônia Oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 11-22, 2013.

LIMA, G. V.; SILVEIRA, C. M.; OSHIRO, L. M. Y. Estrutura populacional dos camarões simpátricos *Potimirim glabra* e *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., v. 96, n. 1, p. 81-87, 2006.

LOBÃO, V. L.; ROJAS; N. E. T.; VALENTI, W. C. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 13, n. 2, p.15-20, 1986.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, v. 17, p. 61-79, 2009.

MACNALLY, R. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between – and reconciliation of – ‘predictive’ and ‘explanatory’ models. **Biodiversity and Conservation**, v. 9, p. 655–671, 2000.

MACNALLY, R. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p. 1397–1401, 2002.

MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodos. In: Ismael, D.; Valenti, W.C.; Matsumura-Tundisi, T.. (Org.). Invertebrados de Água Doce. Vol. 4. Biodiversidade do Estado de São Paulo. **Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. 1ªed. São Paulo: FAPESP, v. 4, p. 127-133, 1999.

MANTELATTO, F.L.M.; BARBOSA, L. R. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, p. 245-255, 2005.

MARKUS, R. **Elementos de estatística aplicada**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia e Veterinária, 329p, 1971.

MASHIKO, K. Variations in body size of individuals at sexual maturity among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan), with special reference to freshwater colonization. **Crustacean Research**, v. 29, p. 20-26, 2000.

MATTOS, L. A.; OSHIRO, L. M. Y. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 81-86, 2009.

MEIRELES, A. L.; VALENTI, W. C.; MANTELATTO, F. L. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, N. 4, p. 718-731, 2013.

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

MORAES-VALENTI, P.; MORAIS, P. A.; PRETO, B. L.; VALENTI, W. C. Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Aquatic Biology**, v. 9, p. 291-301, 2010.

MULLER, Y. M. R.; PRAZERES, A. C. Influência da salinidade e temperatura da água sobre a captura de *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) coletados no canal da Lagoa do Peri-Florianópolis/SC. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 175-183, 1992.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. Controle da qualidade da água do Arroio Portão Portão, RS. **Pesquisas em Geociências**, v. 32, n. 1, p. 27-35, 2005.

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

ODINETZ-COLLART, O. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (PA, Brasil): a four year study. **Archive fur Hydrobiologie**, v. 122, n. 2, p.213-227, 1991.

ODINETZ-COLLART, O. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. p. 147-166. In: E. J. G. Ferreira; G. M. Santos; E. L. M. Leão and L. A. Oliveira. (eds.) Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. **Fatos e Perspectivas**, v. 2, Manaus, INPA, 1993.

ODINETZ-COLLART, O.; MAGALHÃES, C. Ecological constraints and life history strategies of palaemonid prawns in Amazonia. **Verhandlungen des Internationale Verein Limnologie**, v. 25, p. 2460-2467, 1994.



ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p.399-413, 1993.

OH, C. W.; HARTNOLL, R. G.; NASH, R. D. M. Population dynamics of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. **Journal of Marine Science**, V. 56, P. 718–733, 1999.

PASCHOAL, L. R. P.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, F. J.; COUTO, E. C. G. Phytophilous caridean shrimps (Atyidae and Palaemonidae) in Salsa river (Canavieiras, Bahia, Brazil). **Nauplius**, v. 21, n. 1, p. 123-126, 2013.

PERDÕES. Disponível em: <<http://www.perdoes.mg.gov.br/>>. Acesso em: 16 dez. 2014.

PERDÕES. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Perd%C3%B5es&oldid=37703816>>. Acesso em: 5 jan. 2015.

PEREIRA, M. G. C.; CHACUR, M. M. Estrutura populacional de *Macrobrachium brasiliense* (Crustacea, Palaemonidae) do Córrego Escondido, Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 75-82, 2009.

PILEGGI, L. G.; MAGALHÃES, C.; BOND-BUCKUP, G.; MANTELATTO, F.L. New records and extension of the known distribution of some freshwater shrimps in Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 84, n. 2, p. 563-574, 2013.

PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Estimativa da duração larval em função da temperatura para a família Majidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 21(único), p. 75-81, 1994.

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

SILVA, K. C. A.; SOUZA, R.A.L.; CINTRA, I.H.A. Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia, Pará, Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 2, p. 41-73, 2002.

SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F.L.; SOUTO-FILHO, J. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. **Amazonia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, p. 85-104, 2007.

VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Genetic variability of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, v. 80, n. 1, p. 67-83, 2011.

VIJAYAN, K. K.; DIWAN, A. D. Influence of temperature, salinity, pH and light on moulting and growth in the Indian white prawn *Penaeus indicus* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) under laboratory conditions. **Asian Fisheries Society**, v. 8, p. 63-72, 1995.

WANG, W. N.; WANG, A. L.; WANG, D. M.; WANG, L. P.; LIU, Y.; SUN, R.Y. Calcium, phosphorus and adenylate levels and Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase activities of prawn, *Macrobrachium nipponense*, during the moult cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v. 134, p. 297-305, 2003.

WELCOMME, R. L. River fisheries. **FAO Fish. Tech. Pap.**, v. 262, p. 330, 1985.

### **CAPÍTULO 3**

**Estrutura populacional e crescimento da espécie de camarão de água doce  
*Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) na  
Região Hidrográfica do Paraná.**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi elucidar questões populacionais e de crescimento da espécie de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*. As coletas foram realizadas mensalmente, no período de Agosto de 2013 a Julho de 2014, na represa do Porto, no município de Perdões, Minas Gerais. Os animais foram capturados de forma ativa através de 15 lances de peneira sob o banco de macrófitas e levados para laboratório. Os espécimes foram sexados e mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax, sendo distribuídos posteriormente em classes de tamanho e em categorias demográficas. A curva de crescimento foi calculada para machos, fêmeas e para os sexos agrupados, de acordo com o modelo de crescimento de von Bertalanffy. Foi encontrado o total de 2502 camarões, sendo 1248 machos, 1253 fêmeas, e somente machos do morfotipo translúcido. A abundância diferiu entre as estações, sendo maior na primavera. A proporção de fêmeas e machos da população em geral não diferiu do esperado 1:1, mas os machos foram significativamente maiores que as fêmeas. O menor espécime exibiu 1,44mm de cefalotórax, enquanto o maior indivíduo apresentou 10,72mm. Os animais foram maiores no inverno e primavera e menores no verão e outono. No crescimento estimado, o comprimento máximo dessa população é de 8,80mm e a taxa de crescimento é de 0,017mm/mês. As fêmeas atingem maior comprimento, além de possuírem maior taxa de crescimento do que os machos. Os aspectos de crescimento, reprodução e estrutura da população observados demonstram que a população de *M. amazonicum* esta adaptada à região de Minas Gerais, entretanto, mais estudos de natureza populacional e molecular devem ser realizados a fim de tentar esclarecer a complexa história de vida desta espécie nas novas áreas colonizadas da bacia do Paraná-Paraguai e em outras regiões brasileiras.

Palavras-chave: Minas Gerais. Razão sexual. Dinâmica populacional. Caridea.

### ABSTRACT

The aim of this study was explain some population and growth aspects of the freshwater shrimp species *Macrobrachium amazonicum*. The samplings were performed monthly, from August 2013 to July 2014, at the Porto dam, on the municipality of Perdões, Minas Gerais. The animals were captured in an active way with 15 moves using a sieve net under the bank of aquatic macrophytes and taken to the laboratory. All the specimens were sexed and had cephalothorax measured, being distributed in size classes and demographic categories. The growth curve was calculated for males, females and the grouped sexes, according to the von Bertalanffy's growth model. A total of 2.502 shrimps were collected, being 1.248 males, 1.253 females, and only males translucent morphotypes. The abundance differed between seasons, being higher on the spring. The proportion between females and males in general did not differ from the expected 1:1, but the males were significantly bigger than females. The smaller specimen was 1.44 mm of cephalothorax, while the bigger specimen was 10.72 mm. The animals were bigger on the winter and spring and smaller on the summer and autumn. About the expected growth, the maximum length of this population is 8.80 mm and the growth rate is 0.017 mm/month. The females reach a greater length, in addition to possess a higher growth rate than males. The aspects observed regarding growth, reproduction and population structure demonstrate that the population of *M. amazonicum* is well adapted to the region of Minas Gerais, however, more studies are needed on the populational and molecular scopes in order to try to clarify the complex life history of this species in new colonized areas in the Paraná-Paraguai watershed and also in other Brazilian regions.

Keywords: Minas Gerais. Sex ratio. Population dynamics. Caridea.

## 1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 está atrelada à grande diversidade de habitats aquáticos. Eles podem ser encontrados habitando locais de água doce, assim como ambientes de águas salobras (ODINETZ-COLLART, 1993). A espécie *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), é endêmica da América do Sul e pode ocupar ampla gama de habitats, possuindo, portanto, grande distribuição geográfica (MACIEL, VALENTI, 2009). Nas regiões subtropicais e tropicais, a espécie pode ocorrer em ambientes lênticos, planícies de inundação e ambientes lóticos (MACIEL, VALENTI, 2009). Nas planícies, os bancos de macrófitas aquáticas são locais privilegiados para o desenvolvimento de *M. amazonicum* (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993), que representa recurso alimentar importante para os animais destas áreas (BIALETZKI *et al.* 1997).

A diversidade de habitats colonizados por *M. amazonicum* está refletida na grande variabilidade das características ecológicas e biológicas das populações desta espécie (ODINETZ-COLLART, 1988). As condições ambientais locais são apontadas como o principal fator que gera a similaridade e/ou a diferença no comprimento da carapaça dos indivíduos (PEREIRA; CHACUR, 2009). Além desse fator, a densidade da população é considerada responsável pela estratégia reprodutiva, a taxa de crescimento e a estrutura populacional exibida em cada localidade (MACIEL, VALENTI, 2009). Diferenças morfológicas e na estrutura da população, como o tamanho máximo dos indivíduos, a proporção e comprimento de machos e fêmeas, entre outras, são características que podem influenciar no diagnóstico de espécie de camarões, como vem sendo sugerido por Hayd; Anger (2013) para as populações de *M. amazonicum* da bacia do Paraná-Paraguai.

A bacia hidrográfica do Paraná-Paraguai-Urugui é a segunda mais importante do Brasil, devido a sua área e também por sua diversidade de peixes (CASATTI *et al.*, 2001). Apesar disto, em relação ao camarão *M. amazonicum*, o maior número de estudos foi realizado em populações de ambientes estuarinos (ODINETZ-COLLART, 1988, ODINETZ-COLLART, 1991, SCAICO, 1992, ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993, ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994, DA SILVA *et al.*, 2004, SAMPAIO *et al.*, 2007, SILVA *et al.*, 2007, LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010, BENTES *et al.*, 2011, FREIRE *et al.*, 2012, NÓBREGA *et al.*, 2014). Por outro lado, o interesse de alguns pesquisadores em entender as variações morfológicas, reprodutivas e filogenéticas desta espécie, faz aumentar o número de trabalhos na região do Paraná-Paraguai (BIALETZKI *et al.*, 1997, MAGALHÃES, 2000, MELO, 2003, MAGALHÃES *et al.*, 2005, ANGER *et al.*, 2009, PANTALEÃO *et al.*, 2012, HAYD; ANGER, 2013). No entanto, ainda são escassos os estudos sobre a reprodução, estrutura da população e crescimento desses animais nas regiões que compreendem esta bacia.

A importância da realização de novos estudos a fim de esclarecer a história de vida de *M. amazonicum*, é citada por alguns autores, como Maciel, Valenti (2009), Pantaleão *et al.* (2012), Hayd; Anger (2013). Técnicas como a análise molecular estão sendo empregadas, entretanto, para os animais que vivem nas bacias hidrográficas do Amazonas, do Tocantins-Araguaia, do Leste e Nordeste do Atlântico, do Paraná e do Paraguai. Ainda não foram encontradas diferenças genéticas, nos genes escolhidos, que possam separar essas populações em espécies distintas (VERGAMINI *et al.*, 2011). Este resultado, porém, não é conclusivo, uma vez que existem novas populações já descobertas, como em Minas Gerais, e provavelmente, outras que ainda serão encontradas, principalmente devido à abrangência da rede hidrográfica do Brasil, e a alta capacidade de colonização desta espécie (BIALETZKI *et al.*, 1997).

Segundo Maciel; Valenti (2009) pode ocorrer do tempo de isolamento não ser compatível com a evolução nas diferenças genéticas. Por esse motivo, estudos ecológicos sobre a espécie são extremamente relevantes, uma vez que nos informam sobre a sua dinâmica, dando embasamento para a sua preservação (MANTELATTO; BARBOSA, 2005). No caso de *M. amazonicum*, o embasamento sobre o crescimento, estrutura populacional e reprodução da espécie, auxilia ainda, no esclarecimento da história de vida desses animais (ANGER; MOREIRA, 1998).

O presente trabalho tem o objetivo de elucidar questões populacionais, como razão sexual, distribuição de frequência de comprimento, características demográficas, e ainda, a curva de crescimento da população da espécie de camarão de água doce *M. amazonicum*, na região do Campo das Vertentes, Sudoeste de Minas Gerais. Visando assim, fornecer subsídios para o melhor entendimento dos aspectos de vida, e conseqüentemente, a melhor gestão e conservação dessa espécie.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo e coleta de dados**

As coletas foram realizadas na Lagoa do Porto no município de Perdões, Minas Gerais (21°09'32,1"S 45°08'56,6"W). A lagoa é cercada por pasto e localiza-se a aproximadamente 150 m do leito do Rio Grande, sendo banhada por ele somente em períodos de grandes cheias (Figura 1). A cidade localiza-se no Oeste do estado (IBGE, 1990) e está inserida na sub-bacia do Rio Grande, situada na Região Sudeste do Brasil (IPT, 2008). A bacia Hidrográfica do Rio Grande pertence à região hidrográfica do Rio Paraná, que compreende a terceira maior bacia do território brasileiro, com 879,860 Km<sup>2</sup> de extensão, passando



pelos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal (MMA, 2006).

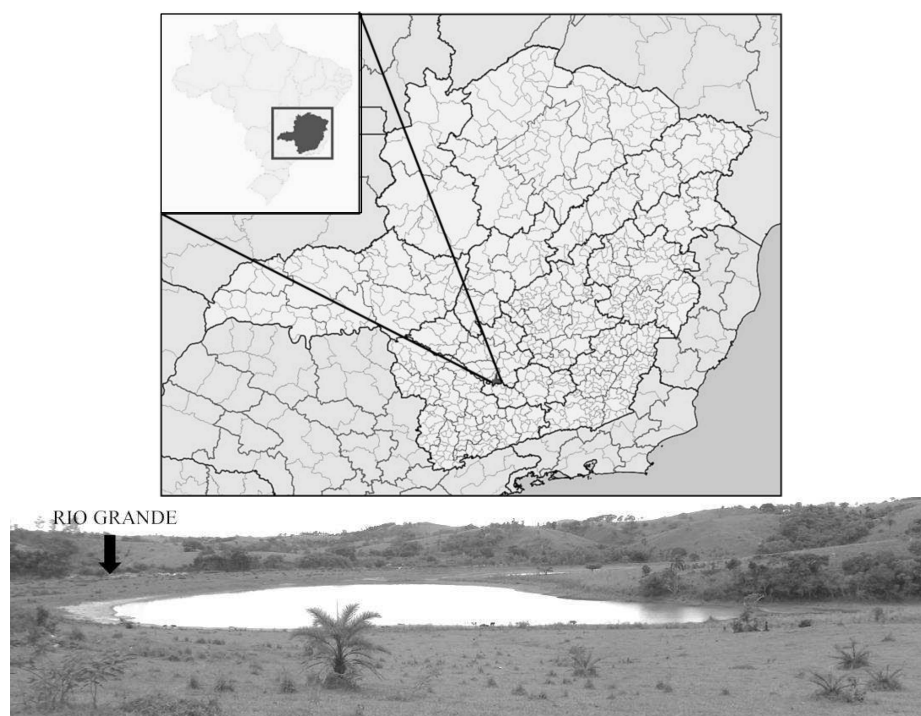


Figura 1 Localização do município de Perdões-MG e da lagoa de coleta. Fonte: PERDÕES (2015), modificado por Bonatto, C.R.. Janeiro 2015.

Previamente foram coletados alguns indivíduos para a identificação, a qual foi realizada pelo Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos (LBSC) da Universidade de São Paulo – USP. As coletas iniciaram-se em Agosto de 2013, ocorrendo mensalmente, até Julho de 2014. As capturas ocorreram no banco de macrófitas, pertencentes ao gênero *Eichhornia* Kunth, localizado na margem da lagoa. Com o auxílio de uma peneira, com formato de meia circunferência, de 80 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade, e com malha de tela de mosquiteiro, foram realizados quinze lances de peneira em movimento ascendente, por um indivíduo, no período vespertino, para coleta dos

camarões. Os espécimes capturados foram armazenados em potes plásticos, e quando encontradas, fêmeas com ovos foram individualizadas. Todos os indivíduos foram depositados em bolsa térmica com gelo para o transporte até o Laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Em laboratório, com o auxílio de um estereomicroscópio equipado com uma ocular micrométrica (precisão de 0,01 mm), os espécimes foram sexados, quanto à presença do apêndice masculino no segundo par de pleópodes (MANTELATTO; BARBOSA, 2005), e mensurados, quanto ao comprimento do cefalotórax (CC em mm), que compreende a porção posterior à órbita até a extremidade posterior do cefalotórax.

## **2.2 Análise de dados**

A partir dos comprimentos dos cefalotórax, os animais foram distribuídos em classes de tamanho e categorias demográficas. A amplitude das classes foi calculada com base em um quarto do somatório do desvio padrão dos meses em estudo (MARKUS, 1971) e a frequência mensal do comprimento foi representada em histogramas a fim de observar a distribuição temporal da população. Os animais foram separados em cinco classes demográficas: machos jovens e adultos, fêmeas jovens, adultas e ovígeras. Os machos jovens compreendem aqueles espécimes com os menores comprimentos, correspondendo a 25% do total das classes de tamanho encontradas (BAUER, 1989). As fêmeas jovens, por sua vez, foram consideradas como sendo os animais com comprimento do cefalotórax inferior à menor fêmea ovígera coletada. Foram excluídos desta análise os animais, que por algum motivo, não puderam ser mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax.

Todos os dados foram testados previamente quanto à normalidade e homocedasticidade, e a partir do resultado se estabeleceu o tipo de análise a ser

realizada. Para avaliar a existência de variação na abundância e comprimento do cefalotórax entre as estações do ano, foi empregado teste de análise de variância, ANOVA One-Way ou Kruskal-Wallis, seguido de um teste de média, quando foi constatada variação entre os dados. A comparação entre os comprimentos médios do cefalotórax de machos e fêmeas, da população em geral, foi avaliada pelo teste de Mann-Whitney ( $\alpha = 0,05$ ). O teste de qui-quadrado ( $X^2$ ) ( $\alpha = 0,05$ ) foi utilizado para comparar a proporção total de fêmeas e machos da população, assim como, a razão sexual nas estações do ano e classes de comprimento.

Para o cálculo do crescimento foram observadas a progressão das modas do comprimento do cefalotórax ao longo do tempo, e a distribuição de frequência de tamanho foi construída com intervalo de 0,50 mm CC. A curva de crescimento foi calculada para machos, fêmeas e para os sexos agrupados, de acordo com o modelo de crescimento de von Bertalanffy (1934):

$$C_{(t)} = C_{\infty} \{1 - \exp[-K(t-t_0)]\} \quad (1)$$

Onde:  $C_{(t)}$  é o comprimento médio dos indivíduos, em mm, com idade  $t$ ,  $C_{\infty}$  é o comprimento médio máximo,  $K$  é a constante de crescimento (mm/mês),  $t$  é a idade e  $t_0$  é a idade no comprimento  $C_{(t)} = 0$ .

### 3 RESULTADOS

Durante o período de estudo, obteve-se um total de 2502 camarões, sendo 1248 machos, 1253 fêmeas e 1 indivíduo cujo sexo não pôde ser identificado. Somente machos do morfotipo TC (*translucent claw*) foram encontrados (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2004). As categorias demográficas, bem como, o número de indivíduos que as compõem e os comprimentos do cefalotórax (mm) mínimo, médio e máximo a este estudo encontram-se na Tabela 1. Os indivíduos jovens representam 41,25% da população, as fêmeas com ovos constituem 3,16% e os indivíduos adultos são

55,55% da população. A média da abundância de indivíduos diferiu entre as estações ( $F_3 = 347,35$ ;  $p < 0,001$ ). A Primavera ( $N=1114$ ) apresentou maior número de espécimes, seguida do Verão ( $N=715$ ), Inverno ( $N=400$ ) e por último Outono ( $N=274$ ).

Tabela 1 Número de indivíduos (N), comprimentos (CC) mínimo, máximo e médio do cefalotórax em cada categoria demográfica de *M. amazonicum*.

Categoria Demográfica	N	CC		CC Médio $\pm$ EP (mm)
		Mínimo (mm)	Máximo (mm)	
<b>Machos jovens</b>	11	1,44	3,36	2,63 $\pm$ 0,22
<b>Machos adultos</b>	1237	3,52	9,60	5,60 $\pm$ 0,03
<b>Fêmeas jovens</b>	1021	1,68	5,92	3,53 $\pm$ 0,03
<b>Fêmeas adultas</b>	153	6,08	10,24	7,23 $\pm$ 0,07
<b>Fêmeas ovígeras</b>	79	6,08	10,72	8,03 $\pm$ 0,11
<b>Total</b>	<b>2501</b>	<b>1,44</b>	<b>10,72</b>	<b>4,92 <math>\pm</math> 0,03</b>

EP (erro padrão).

Foram observadas fêmeas jovens durante todo período de estudo, sendo mais frequentes de janeiro a fevereiro, e de abril a maio de 2014 (Figura 2). Os machos jovens foram observados na população, porém foram menos frequentes quando comparados às fêmeas (Figura 3). Observa-se um pico de fêmeas adultas em dezembro/13 e uma ausência dessa classe demográfica em fevereiro/14. Por outro lado, os machos adultos foram abundantes durante todo período de estudo. Em relação às fêmeas ovígeras, houve exemplares na maior parte dos meses de estudo, exceto em maio de 2014. A maior abundância de fêmeas com ovos foi observada em setembro e novembro de 2013 e março de 2014. Houve queda no tamanho da população no outono, seguida de uma total ausência de espécimes para o inverno de 2014, compreendendo os meses de Junho e Julho.

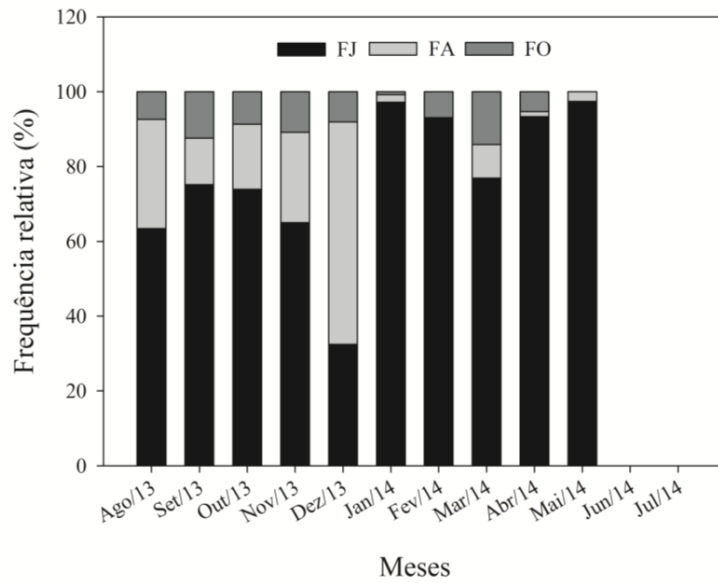


Figura 2 Frequência relativa de fêmeas jovens (FJ), fêmeas adultas (FA) e fêmeas ovígeras (FO) nos meses de estudo.

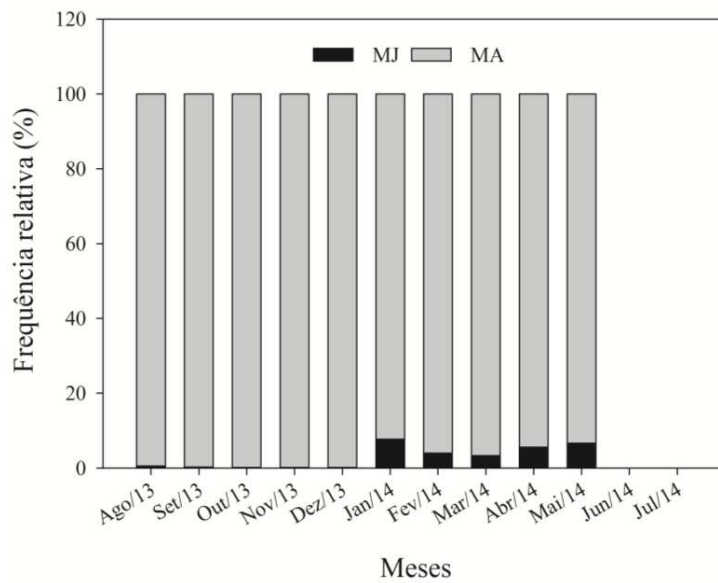


Figura 3 Frequência relativa de machos jovens (MJ) e machos adultos (MA) nos meses de estudo.

A proporção de fêmeas e machos da população não diferiu da esperada 1:1. Da mesma maneira não foi encontrada diferença para o Inverno, entretanto, para o Verão e Outono o número de fêmeas foi significativamente maior, enquanto os machos foram predominantes na Primavera (Tabela 2).

Tabela 2 Número de indivíduos (N), número de fêmeas e machos, razão sexual (♀:♂), valores do teste de qui-quadrado ( $X^2$ ) e significância dos dados (\*) nas estações do ano ao longo do período de estudo.

Estação do ano	N	Fêmeas	Machos	Razão Sexual	$X^2$
	Total	(N)	(N)	♀:♂	
<b>Inverno</b>	399	216	183	1:0,85	2,73
<b>Primavera</b>	1114	280	834	1:2,98	275,51*
<b>Verão</b>	715	565	150	1:0,26	240,87*
<b>Outono</b>	273	192	81	1:0,42	45,13*
<b>Total</b>	2501	1253	1248	1:1	0,01

Os animais foram distribuídos em 20 classes de tamanho com intervalo de 0,50 mm (Gráfico 1). Os dados do comprimento do cefalotórax para machos e fêmeas apresentaram-se não normais ( $W=0,983$ ;  $p<0,001$ ) e a distribuição da frequência de tamanho apresentou-se bimodal na totalidade dos meses. O comprimento mínimo do cefalotórax encontrado foi de 1,44 mm e o comprimento máximo foi de 10,72 mm. O tamanho dos machos foi significativamente maior que das fêmeas ( $U= 371989,000$ ;  $p<0,001$ ), entretanto somente elas foram encontradas nas duas últimas classes de comprimento (Tabela 3). Os machos foram mais frequentes nas classes de tamanho intermediárias, de 4,94 a 7,44, enquanto as fêmeas foram mais encontradas nas classes menores, que compreende de 1,44 até 4,44.

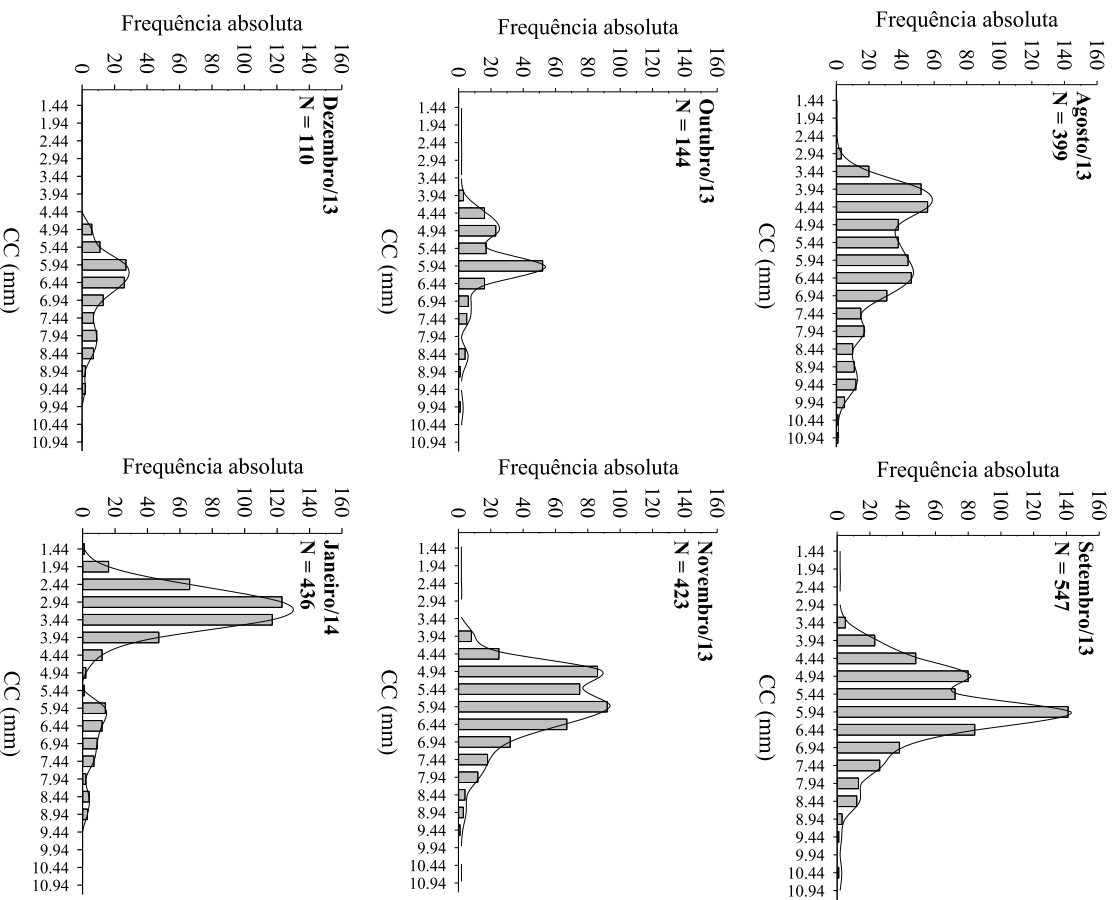


Gráfico 1 Distribuição mensal dos indivíduos por classe de tamanho (CC - mm), de Agosto/13 a Maio/14.

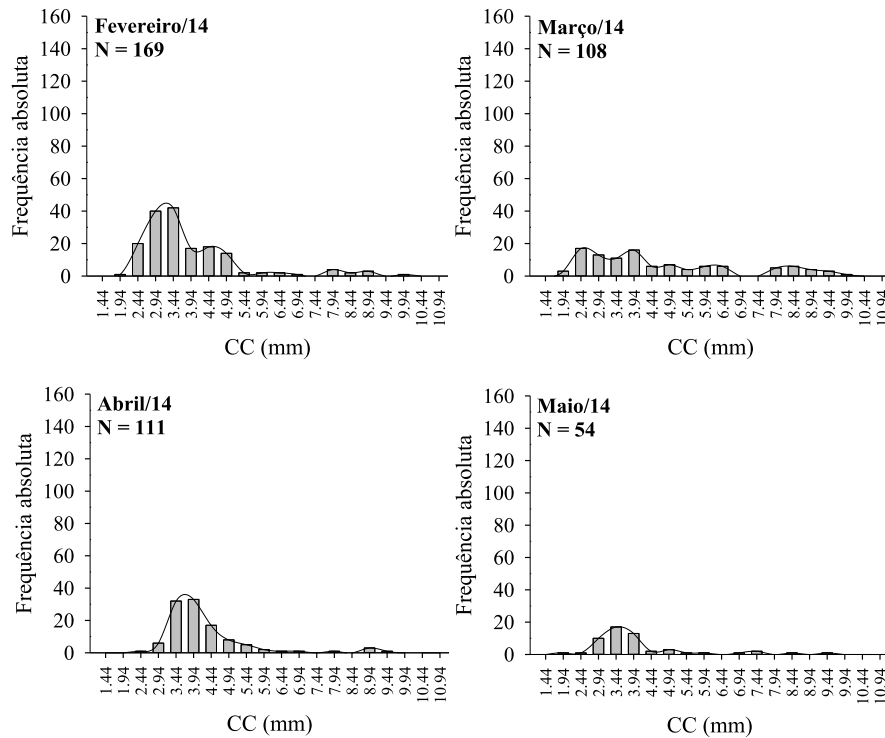


Gráfico 1, continuação.

Tabela 3 Número de fêmeas e machos, razão sexual (♀:♂), valores do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e significância dos dados (\*) nas classes de tamanho (mm) encontradas.

Classe de tamanho (mm)	Fêmeas (N)	Machos (N)	Razão Sexual ♀:♂	$\chi^2$
1,44 –  1,93	18	4	1:0,22	8,91*
1,94 –  2,43	105	0	1:0	-
2,44 –  2,93	194	1	1:0,005	191,02*
2,94 –  3,43	238	6	1:0,025	220,59*
3,44 –  3,93	161	51	1:0,32	57,07*
3,94 –  4,43	189	103	1:0,54	25,33*
4,44 –  4,93	0	174	0:1	-
4,94 –  5,43	67	250	1:3,73	105,64*
5,44 –  5,93	49	241	1:4,92	127,12*
5,94 –  6,43	43	217	1:5,05	116,45*
6,44 –  6,93	37	95	1:2,57	25,48*
6,94 –  7,43	38	42	1:1,10	0,20



Tabela 3, conclusão.

<b>Classe de tamanho (mm)</b>	<b>Fêmeas (N)</b>	<b>Machos (N)</b>	<b>Razão Sexual ♀:♂</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>7,44 –  7,93</b>	44	19	1:0,43	9,92*
<b>7,94 –  8,43</b>	23	27	1:1,17	0,32
<b>8,44 –  8,93</b>	23	10	1:0,43	5,12*
<b>8,94 –  9,43</b>	12	7	1:0,5	2,33
<b>9,44 –  9,93</b>	7	1	1:0,14	6,25
<b>9,94 –  10,43</b>	2	0	1:0	-
<b>10,44 –  10,93</b>	1	0	1:0	-

A distribuição temporal dos indivíduos demonstra que juvenis e adultos estão presentes em todos os meses. Entre as estações, o comprimento médio dos espécimes diferiu ( $H= 663,64$ ;  $df=3$ ;  $p<0,001$ ). Os maiores animais foram encontrados no inverno e primavera e os menores no verão e outono, podendo indicar um recrutamento nessas duas últimas estações (Gráfico 2).

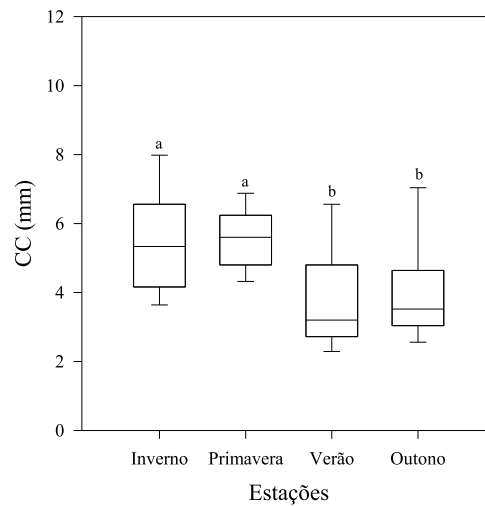


Gráfico 2 Representação gráfica dos valores mínimo, médio e máximo do comprimento cefalotórax (mm) para as estações. Colunas com letras diferentes diferem pelo teste de Dunn's com 5% de significância.

Os valores dos parâmetros estimados para o modelo de von Bertalanffy entre os sexos e para a população total está representado na Tabela 4. De acordo com a estimativa, o comprimento médio máximo atingido por essa população é de 8,80 mm e a taxa de crescimento é de 0,017 mm ao mês. O valor estimado para o comprimento máximo foi menor que a do maior indivíduo encontrado (10,72 mm CC). As fêmeas apresentam comprimento máximo maior que os machos, 8,64 mm CC e 8,56 mm CC respectivamente, assim como uma taxa de crescimento ao mês também superior, 0,024 mm para as fêmeas contra 0,011 mm para os machos (Gráfico 3).

Tabela 4 Parâmetros de crescimento  $C_{\infty}$  (mm) e K calculados pelas frequências de tamanho para fêmeas, machos e sexos agrupados.

	<b>Parâmetros calculados</b>	
	$C_{\infty}$ (mm)	K
<b>Fêmeas</b>	8,64	0,024
<b>Machos</b>	8,56	0,011
<b>Sexos agrupados</b>	8,80	0,017

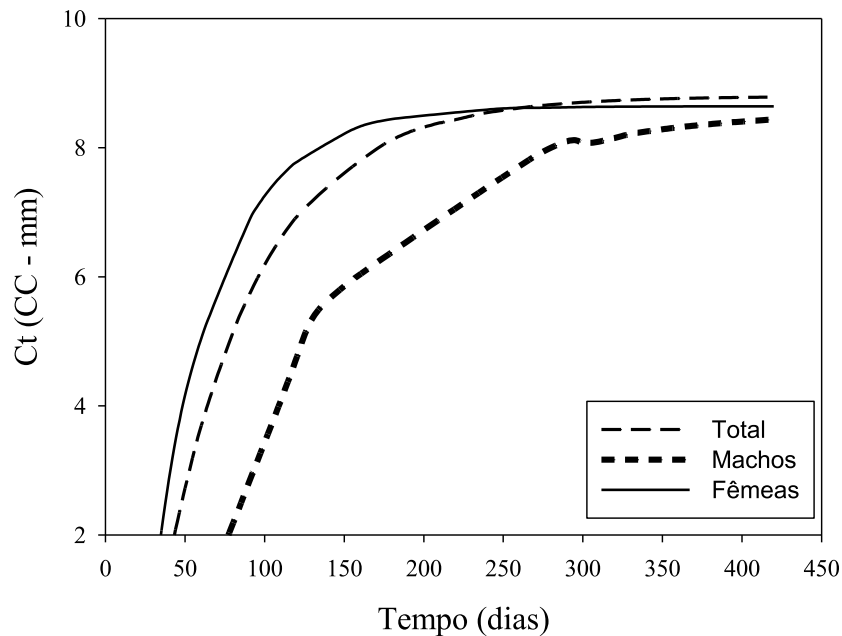


Gráfico 3 Média mensal de crescimento para *M. amazonicum*. As curvas de crescimento de von Bertalanffy estimadas foram, total:  $C_{(t)} = 8,80 \{1 - \exp[-0,017(t-27,66)]\}$ , machos:  $C_{(t)} = 8,56 \{1 - \exp[-0,011(t-50,97)]\}$ , fêmeas:  $C_{(t)} = 8,64 \{1 - \exp[-0,024(t-24,04)]\}$ .

#### 4 DISCUSSÃO

As populações de *M. amazonicum* são divididas em costeiras, animais que vivem próximos a estuários, e continentais, espécimes que habitam rios, riachos, lagos, lagoas e outros corpos d'água interiores (MACIEL, VALENTI, 2009). Vergamini *et al.* (2011) em seu estudo molecular das populações desta espécie das regiões hidrográficas do Amazonas, do Tocantins-Araguaia, do Leste e Nordeste do Atlântico, do Paraná e do Paraguai, encontraram um grupo monofilético para essas bacias, e ainda, identificaram a existência de três grupos de populações, as da bacia hidrográfica da Amazônia Oriental, as da Bacia do Paraná-Paraguai e aquelas das áreas costeiras no norte e nordeste do Brasil. Algumas diferenças biológicas e ecológicas dessas populações, fizeram com que

Hayd; Anger (2013) sugerissem que os animais pertencentes à Bacia do Paraná-Paraguai, incluindo assim, os animais do presente trabalho, possam ser uma nova espécie. Entre estas diferenças, destacam-se o tamanho máximo do corpo dos indivíduos, a proporção e o comprimento de fêmeas e machos, a presença e/ou a ausência de morfotipos masculinos, o tamanho mínimo sexável dos espécimes e o tamanho mínimo das fêmeas com ovos.

Como as características físico-químicas distintas entre água doce e salobra influenciam no desenvolvimento de características intrínsecas de cada população, este pode ser um dos motivos pelos quais, populações costeiras e continentais apresentem diferenças em seus processos biológicos. Neste estudo, houve a presença de fêmeas ovígeras e jovens na maior parte do período amostrado, o que caracteriza um padrão de reprodução e recrutamento contínuos. Apesar deste padrão não ser comum para Palaemonídeos (ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994; BARROS-ALVES *et al.*, 2012), em *M. amazonicum* ele já foi reportado por Odinetz-Collart; Moreira (1993), Bialetzki *et al.* (1997), Lucena-Frédou *et al.* (2010), Freire *et al.* (2012). Na bacia Amazônica, as populações dessa espécie são caracterizadas por possuírem reprodução sazonal em rios costeiros e reprodução contínua, em rios continentais (ODINETZ-COLLART, 1991). Da mesma maneira, Maciel; Valenti (2009), afirmam que *M. amazonicum* apresenta reprodução ao longo do ano, com um pico no período chuvoso. Essa intensa atividade gonadal no decorrer do ano, sugere grande gasto de energia das fêmeas com a reprodução (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2002).

Em relação aos jovens, a grande quantidade de fêmeas imaturas em todos os meses de coleta pode estar relacionada ao local de amostragem, uma vez que os bancos de macrófitas são locais de crescimento de juvenis (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993), e a classificação errônea de machos, que ainda não desenvolveram o carácter sexual secundário, em fêmeas.

Isto explicaria também a baixa frequência relativa dos machos jovens e o predomínio de fêmeas no Verão e Outono. Por outro lado, a maior captura de machos na primavera, provavelmente deve estar relacionada à procura de fêmeas para a reprodução (MATTOS; OSHIRO, 2009). Este mesmo fato pode explicar a maior abundância de indivíduos durante a primavera, onde os animais procuram parceiros para se reproduzir e tornam-se mais susceptíveis à captura.

Por influenciar na dinâmica populacional, a busca por parceiros, e consequentemente, a proporção de machos e fêmeas na população é um importante aspecto da estrutura populacional (MATTOS; OSHIRO, 2009). Na natureza, o que se espera, é que a razão sexual seja de um macho para cada fêmea, assim como foi encontrado para a população em geral no presente trabalho. Esse padrão foi observado também para *M. potiuna*, por Mattos; Oshiro (2009) e para *M. brasiliense*, por Pereira; Chacur (2009). Entretanto, para as populações naturais de *M. amazonicum*, o que é comumente reportado, é um desvio a favor das fêmeas (ODINETZ-COLLART, 1988; 1991; 1993; SAMPAIO *et al.*, 2007; MACIEL, VALENTI, 2009; HAYD; ANGER, 2013). Porém, analisando a proporção entre os sexos em laboratório, Preto *et al.* (2010) e Moraes-Valenti *et al.* (2010), obtiveram razão diferente da esperada, mas que apresentou modificação ao longo do cultivo, iniciando com maior número de fêmeas e terminando com maior número de machos. Segundo os últimos autores, este fato pode ocorrer pela alta mortalidade de fêmeas, ou pela reversão dos sexos, o que ainda não foi observado no gênero *Macrobrachium*. Além disso, Díaz; Conde (1989) menciona que esse desvio da razão pode ocorrer em espécies com crescimento diferencial e, ou, com animais que possuem expectativa de vida diferente entre os sexos.

Os animais de Minas Gerais parecem seguir esses dois padrões. O crescimento diferencial pode ser notado quando analisamos a proporção de machos e fêmeas por classe de comprimento, onde em apenas quatro das

dezenove classes, o número de machos e fêmeas foi semelhante. Há também maior número de fêmeas nas classes iniciais, e grande número de machos nas classes intermediárias, o que pode sugerir vida mais curta ou menor crescimento nas fêmeas (MANTELATTO; BARBOSA, 2005). A maior frequência de fêmeas nas classes iniciais e machos nas classes finais também foi encontrada para *M. brasiliense* no estado de São Paulo (MANTELATTO; BARBOSA, 2005) e Mato Grosso do Sul (PEREIRA; CHACUR, 2009). Esse modelo, onde os machos são maiores que as fêmeas, é o mais comum encontrado para o gênero *Macrobrachium* (MANTELATTO; BARBOSA, 2005, MACIEL; VALENTI, 2009, MATTOS; OSHIRO, 2009, PEREIRA; CHACUR, 2009). Isso ocorre porque as fêmeas, após a maturidade sexual, investem mais energia na produção e incubação dos ovos, além disso, elas interrompem o processo de muda durante o período de desova (MAUCHLINE, 1977, OH *et al.*, 1999, MORAES-RIODADES; VALENTI, 2002, SILVA *et al.*, 2007).

Apesar dos machos apresentarem maior comprimento, em relação aos seus morfotipos (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2004), nesta população foram observados apenas os animais da menor casta (TC). Pantaleão *et al.* (2012) e Vergamini (2009), também encontraram somente machos das menores castas, TC e CC. Moraes-Valenti *et al.* (2010) em estudos laboratoriais, observaram alta frequência de machos TC no segundo mês de experimento e um decréscimo desse morfotipo no decorrer do tempo. Eles sugeriram que esses machos, que, possivelmente, não gastam energia com crescimento e reprodução, sejam mais frequentes quando a população precisa de mais recurso, e este está limitado pela densidade da população ou pela disponibilidade desses recursos durante o ano. Pantaleão *et al.* (2012) por sua vez, usam a hipótese de que a quantidade e qualidade de nutrientes, evita o desenvolvimento de castas maiores, uma vez que águas continentais, ao contrário das regiões costeiras, são

geralmente pobres em nutrientes e plâncton (ODINETZ-COLLART; MAGALHÃES, 1994).

Essas diferenças ambientais entre as regiões e os habitats ocupados por *M. amazonicum*, torna possível encontrar, também, diferenças e semelhanças no comprimento da carapaça dessa espécie (PEREIRA; CHACUR, 2009). Os animais do presente trabalho apresentaram comprimento do cefalotórax inferior àqueles observados em regiões de águas salobras no estado do Pará (ODINETZ-COLLART, 1988; ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993; SILVA *et al.*, 2007; LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010; BENTES *et al.*, 2011; FREIRE *et al.*, 2012), e por outro lado, em relação às populações continentais habitantes de lagos e lagoas, Pantaleão *et al.* (2012) no estado de São Paulo e Hayd; Anger (2013) no Pantanal, encontraram valores de comprimento da carapaça próximos ao deste estudo.

Os fatores ambientais também são elementos capazes de influenciar a maturidade sexual dos camarões. As fêmeas de populações continentais, cujo todo ciclo de vida ocorre em água doce, além de possuírem tamanhos menores, também atingem a maturidade sexual com menores comprimentos, uma vez que seu crescimento é mais lento do que as fêmeas de populações costeiras (MASHIKO, 2000). Isso pode ser observado quando comparamos o tamanho da menor fêmea ovígera do presente estudo, assim como das populações do Pantanal (HAYD; ANGER, 2013) e do estado de São Paulo (PANTALEÃO *et al.*, 2012), com os animais do Pará (ODINETZ-COLLART, 1988, LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010). Neste último, a fêmea ovígera com menor comprimento é maior que aquelas das regiões interiores.

Apesar das fêmeas de *M. amazonicum* exibirem grande atividade gonadal durante o ano (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2002) e por isso, diminuir os gastos energéticos com o crescimento, alguns trabalhos têm verificado a presença de fêmeas maiores que machos (ODINETZ-COLLART,

1988, ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993, SILVA *et al.*, 2007, BENTES *et al.*, 2011, HAYD; ANGER, 2013). Esse fato pode estar relacionado ao material utilizado para coletar os animais, que seleciona o tamanho dos indivíduos, à facilidade na captura de animais maiores, que são menos ágeis que os animais menores, à dificuldade de encontrar os machos das maiores castas, que são sedentários e se locomovem pouco através de natação (MORAES-RIODADES; VALENTI, 2004), e pode ainda ser devido às condições ambientais, que estimulam ou inibem o crescimento entre os sexos (BARROS-ALVES *et al.*, 2012).

Poucos estudos foram realizados sobre o crescimento em *M. amazonicum* (GUEST, 1979 e SILVA *et al.*, 2007), e ocorreram com populações costeiras. A população analisada por Silva *et al.*, 2007, apresentou diversas características distintas da população deste trabalho. Sua velocidade de crescimento foi maior ( $K = 0,71$ ), assim como o comprimento alcançado foi superior ao nosso ( $C_{\infty} = 10,50$  cm CT). Guest (1979), por sua vez, estudando *M. amazonicum* em laboratório, encontrou a taxa de crescimento menor que o presente estudo ( $K = 0,0054$ ), porém, seus animais conseguem atingir um comprimento maior que os espécimes do presente trabalho ( $C_{\infty} = 102,51$ mm CT). O estudo de Oh *et al.* (1999), com a espécie de camarão marinho *Crangon crangon*, observou uma velocidade de crescimento próxima a encontrada por Silva *et al.* (2007) no estado do Pará ( $K = 0,91$ ), e acima da encontrada para Minas Gerais e por Guest (1979).

A semelhança na taxa de crescimento dos animais marinhos com o de água salobra, e a diferença com os espécimes de água doce e de laboratório, podem ocorrer devido à disponibilidade de sais na água. Segundo Mashiko (2000), animais de água doce crescem mais devagar que animais de ambientes com água salobra. De acordo com os resultados de Vijayan; Diwan (1995), esta diferença na velocidade do crescimento ocorre, pois o ciclo de muda em



ambientes salinos é mais curto, enquanto em ambientes de baixa salinidade, esse ciclo é estendido. Greenaway (1985) ainda sugere que a água, em que esses animais se encontram, é a principal fonte de cálcio para a calcificação do exoesqueleto após o processo de muda. Esse íon, por sua vez, também é o principal responsável pelas mudanças no ciclo de muda dos crustáceos (WANG *et al.*, 2003). Em relação ao estudo em laboratório, pode ser que a baixa taxa de crescimento seja reflexo da densidade da população nos tratamentos, uma vez que alguns trabalhos demonstram relação inversa entre o crescimento e a densidade de povoamento para *M. amazonicum* (COELHO *et al.*, 1982, MORAES-VALENTI *et al.*, 2010).

Por outro lado, quando analisamos o crescimento de machos e fêmeas, é observado que as fêmeas deste estudo crescem mais rápido que os machos, enquanto os animais de água salobra apresentam os machos crescendo com maior velocidade que as fêmeas ( $\sigma^7$  K = 1,35;  $\text{f}^7$  K = 0,66). Para crustáceos em geral sabe-se que o crescimento entre os sexos é semelhante até à maturidade (MAUCLINE, 1977). Por essa razão a diferença na taxa de crescimento de machos e fêmeas deste trabalho, pode estar associada ao fato de haver grande número de fêmeas jovens, que ainda não atingiram a maturidade sexual e alta quantidade de machos maduros. Além disso, alguns trabalhos demonstram que o crescimento nas fêmeas torna-se reduzido devido ao direcionamento de recursos para a reprodução (MAUCLINE, 1977, OH *et al.*, 1999, MORAES-RIODADES; VALENTI, 2002, SILVA *et al.*, 2007).

De acordo com Mattos; Oshiro (2009), a presença de animais imaturos nas classes de tamanho iniciais e os maduros mais frequentes nas classes intermediárias, sugerem um crescimento populacional contínuo. Apesar disso, Díaz; Conde (1989) sugerem que a ocorrência de bimodalidade na distribuição de frequência está relacionada a pulsos de recrutamento ou a mortalidade diferencial ou catastrófica, ou ainda, às diferenças ambientais. Pelo fato do

recrutamento ser contínuo ao longo do período de estudo, acredita-se que a bimodalidade na distribuição de frequência pode estar relacionada à mortalidade catastrófica dos animais, visto que a abundância de indivíduos apresenta grande oscilação entre os meses e ainda, o fato do ano de estudo apresentar níveis atípicos de pluviosidade, abaixo do que é esperado (BONATTO; BUENO *no prelo*). Esse resultado também foi encontrado para *M. potiuna* (MATTOS; OSHIRO, 2009), entretanto a distribuição unimodal ocorreu em *M. jelskii* (BARROS-ALVES *et al.*, 2012) e também em *M. brasilienses* (MANTELATTO; BARBOSA, 2005).

O presente estudo revela que apenas duas das demais características sugeridas por Hayd; Anger (2013) para classificar as populações de *M. amazonicum*, da Bacia do Paraná-Paraguai, como sendo uma nova espécie diferiram: a mesma proporção entre os sexos e o maior comprimento dos machos em relação às fêmeas. Apesar da diferença nestas características e Vergamini *et al.* (2011) terem encontrado um grupo monofilético para as populações de *M. amazonicum*, é possível que o processo de especiação ainda não tenha ocorrido por completo, assim como Maciel; Valenti (2009) deduziram a respeito da evolução das características genéticas da espécie, que provavelmente não está ajustada ao isolamento geográfico, e ainda o fato de poucos estudos terem sido desenvolvidos nas regiões da bacia do Paraná-Paraguai.

A alta capacidade adaptativa de *M. amazonicum* (ODINETZ-COLLART, 1991, BIALETZKI *et al.*, 1997; VERGAMINI *et al.*, 2011), pôde ser comprovada mais uma vez no presente estudo. Mesmo não havendo capturas de indivíduos nos dois últimos meses amostrados, a população de *M. amazonicum* em Minas Gerais parece estar bem adaptada à região. Os aspectos de crescimento, reprodução e estrutura da população observados corroboram com o que é reportado para os crustáceos, o gênero *Macrobrachium* e para esta

espécie. Assim como, demonstra a dinâmica da espécie com o ambiente e a estabilidade dessa população. Dessa maneira, destacamos a necessidade de mais estudos de natureza populacional e molecular, para tentar esclarecer a complexa história de vida desta espécie no Brasil, e ainda, maior esforço para conhecer os novos locais colonizados pela espécie na bacia do Paraná-Paraguai e em outras regiões brasileiras.

### REFERÊNCIAS

ANGER, K.; HAYD, L. A.; KNOTT, J.; NETTELMANN, U. Patterns of larval growth and chemical composition in the amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, v. 287, p. 341-348, 2009.

ANGER, K.; MOREIRA, G. S. Morphometric and reproductive traits of tropical Caridean shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 823-838, 1998.

BARROS-ALVES, S.P.; ALMEIDA, A.C.; FRANZOZO, V.; ALVES, D.F.R.; DA SILVA, J.C.; COBO, V.J. Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 266-275, 2012.

BAUER, R. T. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical sea grass meadow. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 127, p. 175-187, 1989.

BENTES, B.; MARTINELLI, J. M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 925-935, 2011.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BOND-BUCKUP, G. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 2, p. 379-390, 1997.

CASATTI, L., LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1- 15, 2001.

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M.; BARRETO, A. V.; COSTA, V. E. Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, n. 1, p. 45-49, 1982.

DA SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S.; SANTOS, J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n.3A, p. 489-500, 2004.

DÍAZ, H.; CONDE, J. E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, v. 45, n. 1, p. 148-163, 1989.

FREIRE, J.L.; MARQUES, C.B.; SILVA, B.B. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 65-76, 2012.

GREENAWAY, P. Calcium balance and moulting in the crustacea. **Biological Reviews**, v. 60, p. 425-454, 1985.

GUEST, W. C. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**, v. 37, n. 2, p. 141-152, 1979.

HAYD, L.; ANGER, K. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, n. 1, p. 39-57, 2013.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**, v. 1, p. 7, 1990.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG (Relatório Síntese – R3). **Relatório Técnico nº 96.581-205 - i/ii**. [S.l.], p. 52, 2008.

LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA-FILHO, J.S.; SILVA, M. C. N.; AZEVEDO, E.F. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu island (Amazon estuary). **Crustaceana**, v. 83, p. 277-290, 2010.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, v. 17, p. 61-79, 2009.

MAGALHÃES, C. Diversity and abundance of decapod 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; 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, 2000.

MAGALHÃES, C.; BUENO, S. L. S.; BOND-BUCKUP, G.; VALENTI, W. C.; SILVA, H. L. M.; KIYOHARA, F.; MOSSOLIN, E. C.; ROCHA, S. S. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 1929-1945, 2005.

MANTELATTO, F.L.M.; BARBOSA, L. R. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 17, p. 245-255, 2005.

MARKUS, R. **Elementos de estatística aplicada**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia e Veterinária, 329p, 1971.

MASHIKO, K. Variations in body size of individuals at sexual maturity among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan), with special reference to freshwater colonization. **Crustacean Research**, v. 29, p. 20-26, 2000.

MATTOS, L. A.; OSHIRO, L. M. Y. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 81-86, 2009.

MAUCLINE, J. Growth of shrimps, crabs and lobsters: an assessment. **Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer**, v. 37, p. 162-169, 1977.

MELO, A. G. Manual de identificação dos crustacea decapoda de água doce do Brasil. São Paulo, **Edições Loyola/Museu de Zoologia, USP**, 430 p, 2003.

MMA, **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006.

MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 1169-1176, 2002.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Morphotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, v. 36, p. 297-307, 2004.

MORAES-VALENTI, P.; MORAIS, P. A.; PRETO, B. L.; VALENTI, W. C. Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Aquatic Biology**, v. 9, p. 291-301, 2010.

NÓBREGA, P. S. V.; BENTES, B.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. Population structure and relative growth of the Amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) on two islands in the fluvial-estuarine plain of the Brazilian Amazon. **Nauplius**, v. 22, n. 1, p. 13-20, 2014.

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

ODINETZ-COLLART, O. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (PA, Brasil): a four year study. **Archive fur Hydrobiologie**, v. 122, n. 2, p.213-227, 1991.

ODINETZ-COLLART, O. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. p. 147-166. In: E. J. G. Ferreira; G. M. Santos; E. L. M. Leão and L. A. Oliveira. (eds.) Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. **Fatos e Perspectivas**, v. 2, Manaus, INPA, 1993.

ODINETZ-COLLART, O.; MAGALHÃES, C. Ecological constraints and life history strategies of palaemonid prawns in Amazonia. **Verhandlungen des Internationale Verein Limnologie**, v. 25, p. 2460-2467, 1994.

ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p.399-413, 1993.

OH, C. W.; HARTNOLL, R. G.; NASH, R. D. M. Population dynamics of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. **Journal of Marine Science**, V. 56, P. 718–733, 1999.

PANTALEÃO, J. A. F.; HIROSE, G. L.; COSTA, R. C. Relative growth, morphological sexual maturity, and size of *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in a population with an entirely freshwater life cycle. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 56, n. 3, p. 180–190, 2012.

PERDÕES. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Perd%C3%B5es&oldid=37703816>>. Acesso em: 5 jan. 2015.

PEREIRA, M. G. C.; CHACUR, M. M. Estrutura populacional de *Macrobrachium brasiliense* (Crustacea, Palaemonidae) do Córrego Escondido, Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 75-82, 2009.

PRETO, B. L.; KIMPARA, J. M.; MORAES-VALENTI, P.; VALENTI, W. C. Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies. **Aquaculture**, v. 307, p. 206–211, 2010.

SAMPAIO, C. M. S.; SILVA, R. R.; SANTOS, J. A.; SALES, S. P. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 551-559, 2007.

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



SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F.L.; SOUTO-FILHO, J. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. **Amazonia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, p. 85-104, 2007.

VERGAMINI, F. G. Análise comparativa entre populações costeiras e continentais do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) por meio de dados morfológicos e moleculares. **Dissertação de Mestrado**. Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 91 p, 2009.

VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Genetic variability of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, v. 80, n. 1, p. 67-83, 2011.

VIJAYAN, K. K.; DIWAN, A. D. Influence of temperature, salinity, pH and light on moulting and growth in the Indian white prawn *Penaeus indicus* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) under laboratory conditions. **Asian Fisheries Society**, v. 8, p. 63–72, 1995.

WANG, W. N.; WANG, A. L.; WANG, D. M.; WANG, L. P.; LIU, Y.; SUN, R. Y. Calcium, phosphorus and adenylate levels and Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase activities of prawn, *Macrobrachium nipponense*, during the moult cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v. 134, p. 297-305, 2003.