



**FERNANDA PINOTTI AGUIAR**

**DINÂMICA POPULACIONAL E HÁBITOS  
ALIMENTARES EM *MACROBRACHIUM* SOB  
INFLUÊNCIA DE BARRAGEM**

**LAVRAS - MG**

**2016**

**FERNANDA PINOTTI AGUIAR**

**DINÂMICA POPULACIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES EM  
*MACROBRACHIUM* SOB INFLUÊNCIA DE BARRAGEM**

Dissertação apresentada a 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.

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2016**

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

Aguiar, Fernanda Pinotti.

Dinâmica populacional e hábitos alimentares em  
*Macrobrachium* sob influência de barragem / Fernanda Pinotti  
Aguiar. – Lavras : UFLA, 2016.

121 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)—Universidade Federal de  
Lavras, 2016.

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

1. Camarões de água doce. 2. Abundância. 3. Dieta. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**FERNANDA PINOTTI AGUIAR**

**DINÂMICA POPULACIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES EM  
*MACROBRACHIUM* SOB INFLUÊNCIA DE BARRAGEM**

Dissertação apresentada a 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 26 de fevereiro de 2016.

Dr. Paulo dos Santos Pompeu UFLA

Dra. Ariádine Cristine de Almeida UFU

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2016**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter guiado meus passos pra chegar até aqui.

Agradeço à UFLA, ao Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, ao Laboratório de Carcinologia e todos os professores, tão importantes nessa jornada.

Em especial agradeço minha orientadora Alessandra, que me guiou na vida acadêmica, confiou em mim, me ensinou tudo que sei hoje, além de ser uma amiga muito especial. Obrigada por tudo, devo muito a você. Obrigada por sempre me apoiar, por estar sempre pronta pra ensinar e ajudar. Agradeço por fazer com que eu e todos a sua volta se apaixonem pelo mundo dos crustáceos, você é exemplo de profissional dedicada e apaixonada pelo que faz! Saiba que mesmo longe vai poder sempre contar comigo, e pode ter certeza que nossa parceria não termina aqui!

Agradeço minha família, a base de tudo, sem vocês eu não chegaria até aqui! Muito obrigada Mãe (Paula), Vô (Claudenor) e Vó (Meire) por todo apoio e incentivo sempre, e principalmente todo o amor, vocês são essenciais. Obrigada a toda minha família, tios: Adriana, Fabrício, Márcia, Luís Carlos, Bete, Titio, e todos os primos: Carla, Roberta, Fernando, Alexandre, e em especial o Pedro. Amo vocês.

Jefferson, meu amor, que entrou na minha vida na reta final, na parte mais difícil e estressante do Mestrado e aguentou essa fase junto comigo me apoiando e me incentivando. Obrigada por confiar mais em mim do que eu. Obrigada por tudo, te amo!

Muito obrigada Boate Azul!! Todas as companheiras que tive e tenho até hoje desde 2008 foram essenciais para fazer desses 8 anos em Lavras os

melhores da minha vida. Obrigada em especial Goiás e Curuja que estão comigo até hoje. Hoje sei que em vocês tenho duas irmãs de verdade.

Obrigada a todas as meninas que já passaram e as que ainda estão no Laboratório: Lorena, Hélen, Lud, e principalmente Stella, Carol e Ana Laura, foram essenciais no meu trabalho, obrigada por tudo.

Stella, além de companheira de laboratório, minha grande amiga, minha segunda orientadora, com quem eu aprendi muito. Muito obrigada minha amiga, fez meus dias de trabalho no laboratório e em campo muito mais felizes. Eu amo você! Não tem como agradecer toda amizade e tudo que sempre fez por mim!

Carol, tia! Faz tanta falta no laboratório, foi coletar comigo e sempre me ajudou muito, uma grande amiga! Obrigada.

Um agradecimento ao meu grande amigo Gui, desde o início da graduação até hoje. Obrigada por tudo, companheirismo, toda ajuda que sempre me deu, e tudo que me ensinou!

Agradeço ao Professor Paulo Pompeu, e todos da equipe dele que foram coletaram comigo em Pandeiros, em especial: Rafa, Nina e Marcela.

Obrigada minha amiga Marcela, sem você teria sido bem mais difícil meu Mestrado. Companheira de turma, de todas as disciplinas, e de coletas em Pandeiros, que sem você não seriam tão boas como foram.

Enfim agradeço à CEMIG e FAPEMIG pelo financiamento do projeto de Pandeiros, e a CAPES que financiou minha bolsa durante o Mestrado.

## RESUMO

O estudo da ecologia dos organismos de ambientes aquáticos é essencial para avaliação dos impactos de barragens e para subsidiar criação de medidas de conservação e manutenção da diversidade biológica nesses locais. Os camarões *Macrobrachium amazonicum* e *Macrobrachium brasiliense*, importantes da cadeia trófica de ambientes aquáticos, foram avaliados quanto à dinâmica populacional e hábitos alimentares para inferir possíveis impactos gerados pela retirada da barragem no local. Os crustáceos foram coletados à montante e à jusante da barragem do Rio Pandeiros com peneira de tela de mosquito nas estações seca e chuva entre jul/2014 e fev/2015. Para análise da dinâmica populacional, os animais foram separados por sexo, mensurados quanto ao comprimento total (CT) e do cefalotórax (CC), agrupados em classes de tamanho, os ovos das fêmeas contabilizados e pesados, e as fêmeas ovíferas pesadas. Para avaliar a influência dos fatores ambientais foi utilizada análise de partição hierárquica. No estudo do conteúdo estomacal, os camarões tiveram seus estômagos retirados e observados quanto ao grau de repleção, frequência de ocorrência e quantidade relativa de cada item. Foram coletados 414 espécimes de *M. brasiliense* e oito de *M. amazonicum* (apenas à jusante). A abundância à montante foi menor, apenas 15 indivíduos. Os machos foram mais representativos na população de *M. brasiliense*, e as fêmeas em *M. amazonicum*. O fator que melhor explicou a abundância à jusante foi temperatura. A maior relação demonstrada por análise de regressão múltipla foi entre o CC das fêmeas e o volume médio dos ovos. Foram analisados 324 estômagos de *M. brasiliense* e oito de *M. amazonicum*, que apresentou menor quantidade de itens alimentares. À jusante houve mais itens nos estômagos. Os principais itens foram: detrito vegetal, algas, material digerido e pedaços de insetos aquáticos, sugerindo comportamento onívoro para as espécies. Através das comparações da abundância dos camarões e frequência de ocorrência dos itens alimentares entre montante e jusante, pode-se concluir que barragem pode estar afetando as populações dos camarões, reduzindo a riqueza de macrófitas e abundância dos camarões e diminuindo os organismos que servem como alimento para os mesmos. Uma vez que as macrófitas são abrigos para vários invertebrados aquáticos. Além disso à montante é a região mais afetada, pois a barragem transforma o local em ambiente mais homogêneo.

Palavras-chave: Impactos. Abundância. Fatores ambientais. Dieta.

## ABSTRACT

The aquatic organisms' ecology study is essential to evaluate the impacts of dams and to support conservation and maintenance measures of biological diversity in these locations. The prawns *Macrobrachium amazonicum* and *Macrobrachium brasiliense*, important links in the food chain of aquatic environments, were evaluated for population dynamics and food habits to infer possible impacts caused by the removal of the dam in area of study. The crustaceans were collected upstream and downstream of the Rio Pandeiros dam, using a sieve with 1 mm mesh size, in the dry seasons and rainy, between July / 2014 and Feb / 2015. For analysis of the population dynamics, the animals were sexed, and the total length (TL) and carapace length (CL) were measured, grouped into size classes, the eggs and the ovigerous females counted and weighed. To evaluate the influence of environmental factors was used analysis of hierarchical partition. In the study of feeding habit, the prawns had their stomachs removed and observed the degree of fullness, frequency of occurrence and the relative frequency of each item. A total 414 specimens of *M. brasiliense* and eight *M. amazonicum* (just downstream) was collected. Upstream the abundance was lower, only 15 individuals. Males were more representative in the population of *M. brasiliense*, and females in *M. amazonicum*. The factor that best explained the abundance on downstream was temperature. The higher ratio demonstrated by multiple regression analysis was between the CL of the females and the average volume of eggs. A total 324 stomachs of *M. brasiliense* and eight *M. amazonicum* was analyzed. Downstream there were more items in the stomachs. The main items were: vegetable detritus, algae, digested material and insects, suggesting omnivorous behavior for the species. Through the comparison of the abundance and of frequency of food items observed to both prawns, it can be concluded that the dam may be affecting the populations of prawns, reducing macrophytes richness and abundance of prawns and reducing organisms that serve as food for them. Macrophytes are shelters for various aquatic invertebrates. Furthermore, upstream is the most affected region, because the dam turns the place into more homogeneous environment.

Keywords: Impacts. Abundance. environmental factors. Diet.



## SUMÁRIO

### PRIMEIRA PARTE – INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Aspectos Gerais.....	11
2.2 <i>Macrobrachium brasiliense</i> .....	12
2.3 <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	13
2.4 Região Norte de Minas Gerais e Influência da barragem.....	15
2.5 Dinâmica populacional.....	17
2.6 Hábitos alimentares em ambiente natural.....	18
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

### SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

#### **ARTIGO 1 Influência da barragem sobre a dinâmica populacional de dois camarões de água doce em Minas Gerais**

1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
2.1 Área de estudo.....	33
2.2 Coleta de dados.....	35
2.3 Análise dos animais em laboratório.....	39
2.4 Análise estatística.....	40
3 RESULTADOS.....	41
3.1 Caracterização das regiões de coleta e influência dos fatores ambientais na abundância populacional à jusante da barragem.....	41
3.2 <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	47
3.3 <i>Macrobrachium brasiliense</i> à jusante.....	49
3.3.1 Abundância, razão sexual e tamanho.....	49

3.3.2 Relação entre as fêmeas ovígeras e os ovos.....	56
3.4 <i>Macrobrachium brasiliense</i> à montante.....	57
4 DISCUSSÃO.....	58
4.1 Caracterização das regiões de coleta e influência dos fatores ambientais na abundância populacional à jusante da barragem.....	58
4.2 <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	61
4.3 <i>Macrobrachium brasiliense</i> .....	63
4.3.1 Abundância, razão sexual e tamanho.....	64
4.3.2 Relação entre fêmeas ovígeras e os ovos.....	68
5 CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
<b>ARTIGO 2 Hábitos alimentares de <i>Macrobrachium amazonicum</i> e <i>Macrobrachium brasiliense</i> na região do Rio Pandeiros</b>	
1 INTRODUÇÃO.....	85
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	86
2.1 Área de estudo.....	86
2.2 Coleta de dados .....	87
2.3 Análise dos dados.....	90
3 RESULTADOS.....	92
3.1 <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	93
3.2 <i>Macrobrachium brasiliense</i> à jusante.....	98
3.3 <i>Macrobrachium brasiliense</i> à montante.....	106
3.4 Conteúdo estomacal das fêmeas ovígeras.....	107
4 DISCUSSÃO.....	108
5 CONCLUSÕES.....	114
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo somar conhecimento a respeito da dinâmica populacional e hábitos alimentares em ambiente natural de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862), bem como a interferência de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) desativada sobre esses aspectos em Minas Gerais, para fornecer subsídios e informações para o possível descomissionamento da barragem, em projeto financiado pela CEMIG e FAPEMIG.

As amostragens foram feitas em julho e setembro/2014 representando à seca e em janeiro e fevereiro/2015 representando a estação chuvosa, em dois locais, à jusante e à montante da barragem no Rio Pandeiros, afluente do Rio São Francisco e pertencente aos municípios de Januária e Bonito de Minas, na região Norte de Minas Gerais. Os resultados obtidos serão apresentados em dois capítulos escritos na forma de artigo. O segundo capítulo trata da dinâmica populacional das duas espécies, incluindo a influência dos fatores abióticos nas populações desses camarões, e o terceiro capítulo diz respeito aos hábitos alimentares das duas espécies em ambiente natural.

Os animais foram caracterizados quanto ao sexo, e foram medidos quanto ao comprimento total (CT) e do cefalotórax (CC). Para o segundo capítulo, os animais foram separados em classes de tamanho para cada local e estação, e foi estudada a dinâmica populacional dos animais comparando os locais à montante e à jusante. Esses aspectos foram analisados através do estudo da razão sexual e abundância dos animais em cada estação, bem como a influência dos fatores abióticos nessas características.

O terceiro capítulo analisa os hábitos alimentares em ambiente natural das duas espécies, comparando também à montante e à jusante da PCH Pandeiros, através de análise do conteúdo estomacal desses camarões, sendo

verificadas principalmente frequência de ocorrência e frequência relativa dos itens alimentares nos estômagos, comparados entre locais, estações e espécies.

Nossos resultados ampliarão o conhecimento da biologia e ecologia dessas duas espécies de *Macrobrachium*, sendo pioneiro para no Norte de Minas Gerais, e importantes para avaliação da influência da barragem sobre as populações de *M. brasiliense* e sobre os hábitos alimentares dos camarões, fornecendo subsídios para um possível descomissionamento da PCH Pandeiros, e para programas de conservação desses camarões em ambientes aquáticos onde são encontrados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos Gerais**

Os crustáceos conseguiram importante sucesso ecológico e evolutivo, pois se adaptam a diversos habitats da Terra e possuem elevada diversidade morfológica (MARTIN; DAVIS, 2001; DUFFY; THIEL, 2007). Ocorrem em todo o mundo, e em muitos lugares destaca-se sua importância econômica para consumo humano, e seu uso ornamental em aquários (VALENTI, 2007).

Os camarões e os caranguejos (braquiúros e aeglídeos) pertencem aos crustáceos decápodos dulcícolas, grupo de grande importância econômica e ecológica, possuindo importante papel em processos ecológicos como componente essencial da cadeia trófica (MAGALHÃES, 2005).

A Família Palaemonidae, Rafinesque, 1815 pertencente aos decápodos é distribuída por todos os continentes habitando água doce ou salobra (HOLTHUIS 1952). É composta por 116 gêneros e 900 espécies, sendo a família que agrupa as espécies mais abundantes e com maior interesse comercial (VALENTI, 1989).

No Brasil, dentre os gêneros mais representativos dessa família, está *Macrobrachium*, Bate, 1868, *Palaemon* Weber, 1795 e *Palaemonetes* Heller, 1869 (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1989). Conhecidos como pitus ou camarões de água doce, estes palaemonídeos habitam locais onde existem pedras e vegetação aquática (CARVALHO *et al.* 1979; VALENTI *et al.*, 1987; BOND-BUCKUP & BUCKUP 1989). Alguns estudos consideram temperatura e salinidade como fatores de grande importância para o crescimento dos palaemonídeos (COELHO *et al.* 1982).

O gênero *Macrobrachium*, de camarões de água doce, possui aproximadamente 243 espécies descritas, sendo 18 para o Brasil (DE GRAVE; FRANSEN, 2011; PILEGGI; MANTELATTO, 2012; WOWOR *et al.*, 2009), além da espécie invasora *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1859), que é bastante utilizada na carcinocultura (VALENTI, 1989). O gênero possui grande interesse comercial, sendo explorado pela pesca artesanal principalmente nas regiões Norte e Nordeste (MORAES-VALENTI *et al.*, 2010), além de serem muito utilizados como isca por pescadores na Bacia do Paraná (ASSIS; VIANA, 2013).

Destaca-se a importância ecológica do gênero *Macrobrachium*, que participa de vários níveis tróficos, auxiliando na manutenção e equilíbrio de ecossistemas aquáticos, pois participam da ciclagem de energia e fluxo de nutrientes (MACIEL; VALENTI, 2009).

## **2.2 *Macrobrachium brasiliense***

A espécie é amplamente distribuída na América do Sul (HOLTHUIS, 1952; RODRÍGUEZ, 1982; COELHO AND RAMOS-PORTO, 1985). Ocorre nas bacias costeiras do Norte da América do Sul, desde a Venezuela até o Brasil e bacias dos rios Orinoco, Amazonas, São Francisco, Paraguai e Paraná

(COELHO & RAMOS-PORTO, 1985), podendo ser encontrada nos grandes rios, além de lagos, igapós e igarapés de terra firme. No Brasil a espécie ocorre em vários estados: Amapá, Amazonas, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná e São Paulo (MELO, 2003).

Ainda com poucos estudos sobre sua dinâmica populacional, a maioria dos trabalhos sobre *Macrobrachium brasiliense* são relacionados com levantamentos faunísticos e taxonômicos (COELHO; RAMOS-PORTO, 1985; GARCIA-DÁVILA, 1998; HOLTHUIS, 1952; KENSLEY & WALKER, 1982).

Até então, o único e tão importante trabalho sobre hábitos alimentares de *M. brasiliense* é o de Melo & Nakagaki (2013) em um córrego no Mato Grosso do Sul. Os autores avaliaram os hábitos alimentares de *M. brasiliense* em um córrego no Mato Grosso do Sul, de acordo com tamanho, sexo, estágio de muda, variação sazonal e espacial. Os resultados encontrados evidenciaram que a espécie é onívora. Foram observados diversos itens alimentares nos estômagos: insetos, larvas, algas, fragmentos de plantas, e areia. Destaca-se também a presença de outros crustáceos nos conteúdo estomacal, o que pode ser um mecanismo para obter carbonato de cálcio para formação de um novo exoesqueleto, porém Carvalho & Collins (2011) afirmam que o canibalismo é comum, devido à competição por alimento, espaço e parceiro sexual. O canibalismo em *Macrobrachium* foi comprovado por Souza & Singer Brugiolo (2001), que observaram em laboratório, comportamento canibal em *M. rosenbergii*. Os resultados de Melo & Nakagaki (2013) mostraram ainda que houve variações na dieta relacionadas à sazonalidade, além de diferenças significativas para os itens consumidos entre as classes de tamanho e de acordo com seu estágio de muda.

### **2.3 *Macrobrachium amazonicum***

Distribuída em todas as principais bacias hidrográficas da América Central, *Macrobrachium amazonicum* é uma espécie de grande importância econômica, sendo a pesca artesanal um meio exploratório da espécie, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (MACIEL; VALENTI, 2009), além de possuir um enorme potencial para aquicultura (VALENTI, 1987).

Além de sua importância ecológica e econômica, a espécie possui sua biologia populacional pouco compreendida ainda. A biologia populacional de *M. amazonicum* varia conforme o local onde são encontrados, já que apresentam crescimento heterogêneo, devido à presença de quatro morfotipos de machos (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004, SANTOS *et al.* 2006).

A espécie *M. amazonicum* possui uma alta plasticidade fenotípica, devido às condições ambientais que a espécie enfrenta é capaz de habitar diversos habitats, garantido assim seu sucesso ecológico (MACIEL; VALENTI, 2009).

Segundo Ordinetz- Collart (1993), *M. amazonicum* possui atividade reprodutiva contínua, podendo ser encontradas fêmeas ovígeras durante todo o ano nas populações do baixo Tocantins.

As populações desta espécie apresentam grande variabilidade de tamanho dos indivíduos e geralmente os animais capturados em águas correntes possuem tamanho médios maiores em relação aos indivíduos capturados em lagos e represas, isso devido ao efeito do fluxo da água do rio sobre o crescimento e desenvolvimento dos animais (ORDINETZ-COLLART, 1993).

O conhecimento dos hábitos alimentares dessa espécie fornecem informações novas nesse aspecto, já que não são conhecidos trabalhos sobre a alimentação de *M. amazonicum* em ambiente natural.

Devido sua grande importância econômica para carcinocultura, pesca artesanal, e sua utilização como isca, deve-se estudar sua dinâmica populacional e hábitos alimentares para obtenção de informações que irão contribuir para

tomada medidas de manejo e conservação da espécie de maneira sustentável no Brasil.

#### **2.4 Região Norte de Minas Gerais e Influência da Barragem**

Não se tem conhecimento de nenhum estudo sobre *Macrobrachium* na região Norte de Minas Gerais, assim, tornando-se necessários estudos no local visando fornecer subsídios para conservação e manutenção das espécies estudadas no local.

O Rio Pandeiros, afluente do Rio São Francisco, com aproximadamente 145 km de extensão, é pertencente em sua maior parte aos municípios de Januária e Bonito de Minas, e é considerado um Rio de Preservação Permanente desde 1992 e possui uma Área de Proteção Ambiental de cerca de seis mil hectares de cerrado e mata seca, com intuito de proteger a rica diversidade de fauna e flora na área. (IEF-MG).

Embora as barragens sejam necessárias para o abastecimento humano e principalmente gerar energia elétrica, essas construções provocam grandes distúrbios nos ambientes aquáticos, muitas vezes irreversíveis. O principal efeito da presença das barragens é a alteração do ambiente lótico para lêntico, e a formação de um reservatório à montante (AGOSTINHO *et al.*, 2008).

A presença de represamentos resulta na mudança na abundância e composição das espécies (AGOSTINHO *et al.*, 2008) podendo diminuir ou eliminar populações que habitam o local. Sabe-se ainda que a construção de barragens é uma das principais causas de fragmentação de ambientes aquáticos (DYNESIUS; NILSSON, 1994; RONI *et al.* 2008), já que modifica a entrada de matéria orgânica nas teias tróficas, devido alteração o fluxo de água e a entrada de nutrientes no reservatório (AGOSTINHO *et al.*, 2009), afetando a dinâmica



populacional dos organismos aquáticos, tanto à jusante quanto à montante (VIANA, 2003, ORDINETZ-COLLART, 1988).

A presença de uma barragem leva à criação de um novo ecossistema, tamanha sua importância no local onde é construída (AGOSTINHO *et al.*, 2009). Barragens são responsáveis pela redução dos sedimentos depositados nos rios, e essa redução traz graves consequências para os peixes e aves que se alimentam de invertebrados aquáticos, como insetos, moluscos e crustáceos, que utilizam esses sedimentos, incluindo cascalho e gravetos, como importantes habitats (VIANA, 2003).

Alguns autores mencionam impactos à jusante de barragens, pois a presença de um barramento bloqueia a migração (PETTS, 1984), com estudos para a Bacia do São Francisco (POMPEU & GODINHO, 2006; SANTOS *et al.*, 2012). Por outro lado, a remoção de barragens, apresenta grandes benefícios para a biota local, podendo recuperar populações de peixes e restaurar processos ecológicos e habitats aquáticos. Entretanto alguns trabalhos mostram que a densidade e a diversidade de macroinvertebrados podem se afetadas com essa remoção, embora esses impactos, entretanto, são menores e podem ser temporários quando se trata da remoção de pequenas barragens (THONSON *et al.*, 2005).

O descomissionamento de uma barragem apresenta alguns impactos sobre o local, alguns imediatos e outros em longo prazo devido às respostas geomórficas tanto nas águas correntes do rio como na represa da barragem e às mudanças no fluxo de água e no transporte de sedimentos (BROOKES, 1994).

Em trabalho que avaliou os efeitos de uma barreira antrópica sobre a migração rio acima do camarão *Macrobrachium tenellum* na Costa Pacífica do México observou que a presença da barreira afeta negativamente a migração de jovens rio acima (RODRÍGUEZ-URIBE *et al.*, 2014), principalmente por observar a taxa de glicose que foi encontrada em maior concentração nos

camarões que enfrentaram o estresse físico de escalar a barreira. Jaime Ceballos *et al.* (2008) menciona que quando o camarão está estressado aumenta a taxa de glicose no sangue para uma fonte de emergência de energia.

## 2.5 Dinâmica populacional

Importante para criar subsídios para conservação de espécies, a dinâmica populacional é de extrema essencial para o conhecimento da biologia da espécie estudada, bem como a preservação da biodiversidade natural (MANTELATTO & BARBOSA, 2005). Esse estudo fornece informações sobre a relação da espécie com o ambiente e sua estabilidade e no mesmo (COOPER, 1965).

Estudos sobre ecologia e dinâmica populacional de crustáceos cresceram consideravelmente nos últimos 20 anos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, contribuindo para o conhecimento de alguns aspectos que normalmente são estudados, como variações sazonais na população, recrutamento, razão sexual, distribuição de tamanho dos indivíduos, entre outros aspectos importantes para o conhecimento da biologia da espécie (BARROS-ALVES *et al.*, 2012; RICKLEFS, 1993).

Ordinetz-Collart (1988) comparou os aspectos ecológicos de uma população de *M. amazonicum* das águas correntes do baixo Tocantins com outra população da mesma espécie no lago da represa. O autor verificou que após a criação da barragem, os indivíduos coletados à jusante, onde o fluxo de água é mais intenso chegam a tamanhos corporais médios maiores em relação aos animais do lago da represa, à montante da barragem. Houve também influência dos fatores ambientais sobre o tamanho médio corporal dos camarões.

Em relação aos camarões das águas correntes, os camarões do lago da represa possuem uma maturidade sexual precoce, período diferente de recrutamento, e podendo resistir a longos períodos com condições desfavoráveis

do meio ambiente como redução do oxigênio dissolvido, confirmando o estudo de Favareto *et al.* (1976), ou a aumento da temperatura da água (ROMERO, 1982).

## 2.6 Hábitos alimentares em ambiente natural

A manutenção de uma população depende de alguns fatores, sendo principalmente a disponibilidade de alimentos, além do encontro predador e presa e transferência de energia adequada entre níveis tróficos, e assim sendo, a análise de conteúdo estomacal possui grande importância para avaliação do papel dos alimentos em comunidades biológicas (HYSLOP, 1980).

Estudos sobre hábitos alimentares de *Macrobrachium* são raros, sendo que os principais trabalhos sobre o assunto estão relacionados à carcinocultura, especialmente com a espécie *M. rosenbergii*, devido sua grande importância econômica (VALENTI, 1997).

Embora a escassez de estudos sobre hábitos alimentares em ambiente natural, destacam-se os trabalhos de Kulka (2009) e Mello & Nakagaki (2013), que avaliaram o conteúdo estomacal de *M. amazonicum* e *M. brasiliense*, respectivamente. Os trabalhos citados observaram que as espécies são onívoras, pois foram verificados diversos itens alimentares nos estômagos analisados, como insetos, fragmentos de plantas, larvas, areia, entre outros. Esses trabalhos (KULKA, 2009; MELLO E NAKAGAKI, 2013) observaram que estavam presentes também outros crustáceos nos estômagos, o que pode ser um mecanismo para obtenção de carbonato de cálcio devido à troca do exoesqueleto (MELLO & NAKAGAKI, 2013).

Carvalho e Collins (2011) afirmam que pode ocorrer canibalismo devido à competição por alimento, espaço e parceiro sexual, como comprovado por Souza & Singer Brugiolo (2001) após análise de comportamento canibal em *M.*

*rosenberggi* em laboratório, que observaram também que a dieta pode variar devido a alguns fatores: sazonalidade, classes de tamanho e estágios de muda.

Collins (1999) analisou o conteúdo estomacal de *Palaemonetes argentinus* em uma lagoa no Rio Paraná na Argentina, e observou que os camarões alimentam-se de uma grande diversidade de itens: algas, restos vegetais, oligochaetas, e houve predomínio de zooplâncton (rotíferos, copépodes e cladóceros) como fonte alternativa no inverno, quando havia declínio na abundância de macrófitas.

Em Santa Catarina, Branco & Junior (2001) encontraram 30 itens alimentares no conteúdo estomacal do camarão marinho sete-barbas durante um ano de coletas. Os principais itens representados foram: Gammarideo, matéria orgânica, Osteichthyes, camarões e zooplâncton.

Em estudo feito na Bahía Engaño na Argentina, Spanjersberg *et al.* (2006) analisaram a dieta do camarão *Artemia longinaris* e também observou comportamento onívoro, sendo os itens alimentares mais representados no conteúdo estomacal: crustáceos, poliquetos, restos vegetais e diatomáceas.

Carnevali (2012) estudou os hábitos alimentares do camarão de água doce *Pseudopalaemon bouvieri* em lagoas na Argentina, e identificou os itens alimentares mais representativos na dieta desses camarões: protozoa, rotífera, oligochaeta, crustáceos, insetos, entre outros.

Todos os trabalhos sobre hábitos alimentares de camarões identificaram comportamento onívoro e encontraram uma grande diversidade de itens alimentares nos estômagos.

Embora haja dificuldades para identificação e quantificação de conteúdo estomacal, alguns autores utilizam essa ferramenta e contribuem para o conhecimento do assunto (BARROS; VALENTI; 1997; ALBERTONI *et al.*, 2003; JIMOH *et al.*, 2011), e torna-se de extrema importância novos trabalhos

nessa área para fornecimento de ferramentas para preservação e exploração sustentável desses camarões (ASSIS & VIANA, 2013).

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente trabalho destacamos a importância do estudo de dinâmica populacional e hábitos alimentares de *M. amazonicum* e *M. brasiliense* contribuindo para o conhecimento da biologia e ecologia das espécies e do gênero, além de sua manutenção no ambiente.

O estudo da influência da barragem sobre a dinâmica populacional e hábitos alimentares dos camarões nos fornece informações importantes sobre o potencial de colonização das espécies e sua alimentação à montante e à jusante e se há impactos negativos ou positivos causados pela barragem.

Além disso, o trabalho é pioneiro a respeito da influência do barramento sobre hábitos alimentares e dinâmica populacional de *M. brasiliense*. São informações novas para o Norte de Minas Gerais, onde não havia nenhum estudo para *Macrobrachium*. Assim, este trabalho fornece subsídios para futuros estudos com o gênero, podendo contribuir para tomada de medidas de conservação de ambientes aquáticos, incluindo locais com a presença de barragens.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology** 68(4, suppl.):1119-1132, 2008.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & MARQUES, E. E. **Reservatório de peixe angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos, RiMa. 188p, 2009.

ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. & ESTEVES, F. A. Overlap of dietary niche and electivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(1): 135-140, 2003.

ASSIS, N. J. N.; VIANA, G. S. F. **Dieta alimentar do camarão *Macrobrachium carcinus* (LINNAEUS, 1758) em três localidades do Rio São Francisco, Brasil**. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013.

BARROS-ALVES, S. P.; ALMEIDA, A. C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D. F. R.; 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**, 24(3): 266-275, 2012.

BARROS, H. P. & VALENTI, W. C. Comportamento alimentar do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: análise qualitativa. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14(4): 785 – 793, 1997.

BRANCO, J. O. & JUNIOR, H. C. M. Alimentação natural do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(1): 53-61, 2001.

BROOKS, A. River channel change. In: Calow, P. & Petts, G.E. (eds.). **The rivers handbook**, vol. 2. Wiley & Sons, Chichester, UK. 55-75, 1994.

BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. Os Palaemonidae de águas continentais do Brasil meridional (Crustacea, Decapoda). **Revta. Bras. Biol.** 49(4):883-896, 1989.

CARNEVALI, R. P.; COLLINS, P. A. & NEIFF, A. S. G. P. Trophic ecology of the freshwater prawn, *Pseudopalaemon bouvieri* (Decapoda: Palaemonidae) in Northeastern Argentina, with remarks on population structure. **Revista de Biología Tropical**, 60(1): 305-316, 2012.

CARVALHO, D. A. & COLLINS, P. A. Ontogenetic predation capacity of *Macrobrachium borellii* (Caridea: Palaemonidae) on prey from littoral-benthic communities. **Nauplius**, 19(1): 71-77, 2011.

CARVALHO, H. A., GOMES, M. G. S., GONDIM, A. Q. & PEREIRA, M. C. G. Sobre a biologia do pitu - *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) em populações naturais da Ilha de Itaparica. **Universitas**, 24:25-45, 1979.

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.

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2(4): 405-410, 1985.

COLLINS, P. A. Feeding of *Palaemonetes argentinus* (Decapoda: Palaemonidae) from an oxbow lake of the Paraná River, Argentina. **Journal of Crustacean Biology**, 19(3): 485-492, 1999.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyalella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

DE GRAVE, S.; FRANSEN, C. H. J. M. Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). **Zoologische Mededelingen**, v. 85, n. 9, p. 195-589, 2011.

DUFFY, J. E.; THIEL, M. **Evolutionary ecology of social and sexual systems: crustaceans as model organisms**. Oxford: Oxford University, 519 p, 2007.

DYNESIUS, M. & NILSSON, C. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. **Science** 266, 753–762, 1994.

FAVARETO, L.; MACHADO, Z. L.; SANTOS, E. S. Consumo de oxigênio em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Efeito da saturação de oxigênio dissolvido. **Acta Amazonica**, 6 (4): 449-453, 1976.

GARCÍA-DÁVILA, C. R. **Revisão taxonômica dos camarões de água doce (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae, Sergestidae) da Amazônia Peruana**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1998.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their applications. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429, 1980.

HOLTHUIS, L. B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natandia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. **Occas. Pap. A.H.F.P.** 12: 1-79, 1952.

JAIME-CEBALLOS, B.; GÁLINDO-LÓPEZ, J.; LARIA-LAMELA, E.; CUPUL-MAGAÑA, F. & VEGA-VILLASANTE, F. **Traslado de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a diferentes tiempos, salinidades y densidades y su efecto en la supervivencia y algunos marcadores bioquímicos**, 2008.



JIMOH, A. A.; CLARKE, E. O.; WHENU, O. O. & ADEOYE, H. B. Food and feeding habits of the African river prawn (*Macrobrachium vollehovienii*, Herklots, 1857) in Epe Lagoon, southwest Nigeria. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, 3(1): 10-15, 2011.

KULKA, D. D. Saberes locais sobre o camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) no Povoado de Porto Alegre, Bahia, Brasil. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço-MG, 2009.

KENSLEY, B.; WALKER, I. Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithson. Contrib. Zool.* 362: 1-18, 1982.

MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazona river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, 17(2): 61-79, 2009.

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. Populations structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 17(3): 245-255, 2005.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. **An updated classification of the recent Crustacea**. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 132 p, 2001.

MELO, M. S.; NAKAGAKI, J. M. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). **Nauplius** 21(1): 25-33, 2013

MORAES-RIODADES, P. M. C. & VALENTI, W. C. Morphotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, 236: 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 de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, 48: 341-353, 1988.

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

PETTS, G. E. Long-term consequences of upstream impoundment. **Environmental Conservation** 7: 325-332, 1984.

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, n. 2, p. 194-208, 2010.

PILEGGI, L. G. & MANTELATTO, F. L. Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). **Iheringia, Série Zoologia** 102:426-437, 2012.

POMPEU, P. S; & GODINHO, H. P. Effects of extended absence of flooding on the fish assemblages of three floodplain lagoons in the middle São Francisco River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, p. 427-433, 2006.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ª Edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 470p, 1993.

RODRÍGUEZ, G. Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco basin and the Venezuelan Guayana. **J. Crustacean Biol.**, 2:378-391, 1982.

ROMERO, M. E. Preliminary observation on potential of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. In NEW, MB. (Ed.). **Giant prawn farming**. Elsevier: Amsterdam. p. 411-416, 1982.

RONI, P., HANSON, K. & BEECHIE, T. Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. **North American Journal of Fisheries Management** 28, 856–890, 2008.

SANTOS, H. A. ; POMPEU, P. S. ; KENJI, D. O. L. Changes in the flood regime of São Francisco River (Brazil) from 1940 to 2006. **Regional Environmental Change** (Print), v. 12, p. 123-132, 2012.

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.

SOUZA, M. C. AND SINGER-BRUGIOLO, S. S. Efeito da amputação das quelas sobre o comportamento canibalístico de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Palaemonidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zootecias**, 3(1): 7-19, 2001.

SPANJERSBERG, G.; ROUX, A. & CAILLE, G. Composición cualitativa de la dieta del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeidae) de Bahía Engaño (Chubut), Argentina. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, 22(1-4): 99-111, 2006.

THOMSON, J. R.; HART, D.; CHARLES, D. F.; NIGHTENGALE, T. L.; WINTER, D. M.I. Effects of removal of a small dam on downstream macroinvertebrate and algal assemblages in a Pennsylvania stream. **Journal of the North American Benthological Society**, 24(1):192-207, 2005.

URIBE, M. C. R.; VEGA-VILLASANTE, F.; GUZMÁN-ARROYO, M.; ESPINOSA-CHAURAND, L. D. Efectos de una barrera antrópica sobre la migración río arriba del langostino anfídromo *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871) (Decapoda: Palaemonidae) en la costa del Pacífico mexicano. **Gayana** 78(1): 10-20, 2014

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

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.

VALENTI, W. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. **Anais de ecologia**, no. 5, p. 195-202, 1987.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P. Comportamento alimentar do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (de man) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: análise qualitativa. **Revta bras. Zoo\.** 14 (4): 785 – 793, 1997.

VIANA, R. **Grandes barragens, impactos e reparações: um estudo de caso sobre a Barragem de Itá**. Dissertação de Mestrado Instituto de Pesquisa e planejamento Urbano e Regional, Rio de Janeiro, 2003.

WOWOR, D.; MUTHU, V.; MEIER, R.; BALKE, M.; CAI, Y.; NG, P. K. L. Evolution of life history traits in Asian freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) based on multilocus

molecular phylogenetic analysis. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 52, n. 2, p. 340-350, 2009.

**ARTIGO 1**

**INFLUÊNCIA DE BARRAGEM SOBRE A DINÂMICA  
POPULACIONAL DE DOIS CAMARÕES DE ÁGUA DOCE EM MINAS  
GERAIS**

## RESUMO

O estudo da dinâmica populacional é essencial para o conhecimento da biologia da espécie e sua interação com o ambiente, podendo criar subsídios para conservação do ambiente. Foi realizado o estudo da dinâmica populacional dos camarões *Macrobrachium amazonicum* e *Macrobrachium brasiliense* com objetivo de verificar possíveis impactos sobre as populações de camarões após um possível descomissionamento da barragem da PCH Pandeiros. As coletas foram realizadas entre julho/2014 e fevereiro/2015, à montante e à jusante da barragem, na seca e na chuva, por dois coletores utilizando peneira com malha de mosquito. Os camarões foram sexados e mensurados quanto ao comprimento total (CT) e do cefalotórax (CC). O CC foi comparado entre os sexos e entre adultos e jovens através de análise de variância (ANOVA ou Kruskal Wallis). As fêmeas ovígeras foram pesadas depois de retirados os ovos e para análise de fecundidade de *M. brasiliense* foi realizada uma análise de regressão múltipla. Os ovos foram contabilizados, pesados, e medidos para obtenção do volume. A influência dos fatores ambientais foi testada através de análise de partição hierárquica para *M. brasiliense*. Foram coletados 414 espécimes de *M. brasiliense* e oito de *M. amazonicum*. Ocorreu um desvio na proporção de machos para *M. brasiliense* e de fêmeas em *M. amazonicum*. A maior abundância foi na seca. Os machos foram maiores que as fêmeas. As fêmeas ovígeras e jovens foram ocorreram em maior abundância na chuva, sugerindo o período reprodutivo nessa estação. A temperatura foi o fator que melhor explicou a abundância dos camarões à jusante exceto abundância de fêmeas ovígeras, explicada pelo oxigênio dissolvido. À montante, a abundância de adultos foi explicada pelo oxigênio dissolvido, e de jovens pela profundidade, que também influenciou o CC de jovens, machos e fêmeas à jusante, sendo que o que o CC das fêmeas ovígeras à jusante se relacionou com a condutividade elétrica. A condutividade explicou número e volume de ovos à jusante e o CC de adultos à montante. O CC das fêmeas foi mais bem relacionado com o volume dos ovos. A presença da barragem pode estar afetando a reprodução dos camarões à montante devido o ambiente à montante ser mais homogêneo, com menor diversidade habitats para os camarões. Medidas de descomissionamento devem ser estudadas, visando diminuir ao máximo os impactos negativos dessa ação, para que os camarões consigam colonizar outras áreas do Rio Pandeiros à montante.

Palavras-chave: Ecologia. Camarão de água doce. Abundância. Fecundidade. Fatores ambientais.

## ABSTRACT

The study of population dynamics is important for understanding the species' biology and its interaction with the environment, besides create subsidies for biology conservation. This study of population dynamics of prawns *Macrobrachium amazonicum* and *M. brasiliense* was realized with aim to verify possible impacts on populations of prawns after a possible decommissioning of the Pandeiros dam. The samples were collected between July/ 2014 and February/ 2015 on the upstream and on the downstream of the dam, in the dry and rainy seasons, for two collectors using sieve with 1mm mesh size. The prawns were sexed and measured: the total length (TL) and carapace length (CL). The CL was compared between sexes and between adults and juveniles through analysis of variance (ANOVA or Kruskal Wallis). The ovigerous females were weighed after removal of the eggs and the fecundity of *M. brasiliense* was analyzed using multiple regression. The eggs were counted, weighed and measured to obtain volume. The influence of environmental factors was tested using hierarchical partition analysis for *M. brasiliense*. A total 414 specimens of *M. brasiliense* and eight of *M. amazonicum* were collected. There was a deviation in the ratio of males to *M. brasiliense* and in the ratio of females to *M. amazonicum*. The highest abundance of prawns was in the dry season. Males are larger than females for both species. The ovigerous females and the juveniles were occurred in greater abundance in the rainy season, suggesting the reproductive period this season. The temperature was the factor that best explained the abundance of prawns on downstream except abundance of ovigerous females, explained by dissolved oxygen. Upstream, the abundance of adults was explained by dissolved oxygen, and depth of the juveniles, which also influenced the CL juveniles, males and females, downstream. downstream, CL of the ovigerous females was related to the electrical conductivity. The CL females was better related to the volume of the eggs. The presence of dam can be affecting the reproduction of prawns upstream; due to the fact, upstream the environment is more homogeneous and there is less diversity of habitats for prawns. Decommissioning measures should be investigated in order to maximally reduce the negative impacts of this action, so that the prawns are able to colonize other areas upstream of Rio Pandeiros.

Keywords: Ecology. freshwater prawns. Abundance. Fecundity. Environmental factors.



## 1 INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos do planeta estão sendo ameaçados por impactos causados por atividades humanas que afetam rios, lagos e reservatórios, principalmente pela alta quantidade de poluentes despejadas nesses ambientes. Através desses impactos, esses ambientes estão perdendo sua diversidade biológica e são considerados os ambientes mais ameaçados do planeta (ABELL, 2002). Dentre os impactos mais significativos em ambientes aquáticos está a construção de barragens. A presença de barragens possui diversos impactos sobre o ambiente, pois reduz os sedimentos depositados no rio, prejudicando organismos como os peixes e crustáceos que utilizam esses sedimentos como habitats (VIANA, 2003).

Sabe-se também que a construção de barragens é uma das principais causas de fragmentação de ambientes aquáticos (RONI *et al.* 2002, 2008), pois modifica a entrada de matéria orgânica nas teias tróficas, devido alteração o fluxo de água e a entrada de nutrientes no reservatório (AGOSTINHO *et al.*, 2009), afetando a dinâmica populacional dos organismos aquáticos, tanto à jusante quanto à montante (VIANA, 2003, ORDINETZ-COLLART, 1988).

A retirada de uma barragem pode causar impactos imediatos, e outros em longo prazo devido à mudança no fluxo de água e transporte de sedimentos (BROOKES, 1994). Por outro lado, o descomissionamento pode trazer benefícios para biota local, podendo recuperar populações de peixes e restaurar processos ecológicos e habitats aquáticos. Ainda assim, alguns trabalhos mostram que a densidade e a diversidade de macroinvertebrados podem se afetadas com essa remoção, mas esses impactos são menores e podem ser temporários quando se trata da remoção de pequenas barragens (THONSOM *et al.*, 2005).

Assim, devem ser analisadas as populações locais de peixes, macrófitas e invertebrados aquáticos para análise dos possíveis impactos ocasionados pela retirada da barragem de um determinado local, se é viável ecologicamente e economicamente, e ainda definir quais os métodos indicados para o descomissionamento de uma pequena central hidrelétrica para minimizar os impactos negativos no local.

O conhecimento da dinâmica populacional é de grande importância para criação de subsídios para conservação de espécies, fornecendo informações importantes sobre a biologia da espécie estudada, bem como a preservação da biodiversidade natural (MANTELATTO & BARBOSA, 2005). Além disso, o conhecimento da dinâmica populacional fornece conhecimento sobre a relação da espécie com o ambiente e sua manutenção e no mesmo (COOPER, 1965). Estudos sobre aspectos populacionais cresceram no Brasil nos últimos 20 anos, visando fornecer conhecimentos de aspectos bastante estudados sobre a biologia e ecologia das espécies (BARROS-ALVES *et al.*, 2012).

O objetivo deste trabalho foi conhecer a estrutura populacional das espécies de decápoda do rio Pandeiros, auxiliando com informações para um possível descomissionamento da barragem.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado no Rio Pandeiros, pertencente à Bacia do Rio São Francisco, ao norte de Minas Gerais (Figura 1). O Rio Pandeiros possui extensão aproximada de 145 km, onde se encontra a Pequena Central Hidrelétrica (PCH), instalada em 1957 e desativada desde 2010. Pertencente em sua maior parte aos municípios de Bonito de Minas e Januária, o Rio Pandeiros é um dos principais

afluentes do Rio São Francisco e é considerado rio de preservação permanente desde 1992 (IEF-MG, 2008).

Apenas 1/3 aproximadamente da cobertura vegetal nativa do estado de Minas Gerais está preservada, sendo sua maioria localiza-se no Norte de Minas Gerais (IEF-MG, 2008) normalmente em unidades de conservação (UC's). A criação de unidades de conservação (UC's) é importante para minimizar a perda da biodiversidade, mas precisa-se de um planejamento para que as UC's sejam eficientes, o que acontece no norte de Minas Gerais. Nessa região foi criado o Mosaico Sertão Veredas – Peruaçu (FUNATURA, 2008), localizado na margem esquerda do São Francisco.

Nesse mosaico, é importante destacar a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual do Rio Pandeiros, criada em 1995 com cerca de 393.060 hectares de cerrado e mata seca, com objetivo de proteger a rica diversidade de fauna e flora na área. A APA de Pandeiros abrange toda bacia hidrográfica do Rio Pandeiros, incluindo os municípios de Januária e Bonito de Minas (IEF-MG, 2008).

Embora diversos cursos d'água no Rio Pandeiros contribuem para manutenção hídrica do rio (NUNES *et al.*, 2009), algumas ações antrópicas levam ao assoreamento e diminuição da vazão no rio: desmatamento, queimadas, plantio de eucalipto, agropecuária, agricultura de subsistência, entre outros. E outro fator, de grande destaque é a presença de uma Usina Hidrelétrica (PCH Pandeiros) às margens do Rio Pandeiros, que começou operar em 1958 (SANTOS, 2002) e está desativada desde 2010.



Figura 1 Mapa de localização da bacia do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais (Fonte: Rezende et al., 2012).

## 2.2 Coleta de dados

Inicialmente foi realizado um reconhecimento de campo antes das coletas. Durante esse período houve uma busca por regiões, como o Pantanal e as planícies de inundação do Rio Pandeiros com a presença de camarões para então se estabelecer a metodologia.

A fim de se conhecer a dinâmica populacional dos camarões ao longo do ano, foram realizadas coletas na estação seca e chuvosa. Para a estação seca, foram feitas coletas em julho e setembro/2014, e na estação chuvosa, foram realizadas coletas em janeiro e fevereiro/2015. Os camarões foram coletados com licença autorizada pelo IEF-MG.

Os camarões foram amostrados em três regiões do rio, sendo estes os locais coletados durante todas as coletas, sendo à montante do reservatório ( $15^{\circ}28'39,4''\text{-S } 044^{\circ}46'26,9''\text{-W}$ ) (Figura 2) e duas regiões bastante próximas à jusante ( $15^{\circ}30'46,0''\text{-S } 44^{\circ}45'12,4''\text{-W}$ ) (Figuras 3 e 4) da barragem.

No local de estudo à montante foram estabelecidos cinco pontos de coleta, três na margem direita, com 20 metros cada ponto, um seguido do outro e dois na margem esquerda, com 10 metros cada um, sendo um ao lado do outro (Figura 5). À jusante, foram determinados 10 pontos, distribuídos nas duas margens e na ilha próxima à cachoeira, e cada ponto com 20 metros a ser amostrado. Um dos pontos do local à jusante (Ponto 1), local com água parada, onde deságua uma nascente foi considerado como outra região, pois diferiu muito em relação aos fatores abióticos dos outros nove pontos no local (Figura 6).

A diferença entre o número de pontos os locais de coleta foi devido à maior presença de macrófitas aquáticas (onde é passada a peneira para captura dos camarões) à jusante em relação à montante, além de uma forte correnteza no local à montante, dificultando a locomoção dentro do rio.

Os camarões foram coletados sempre durante o período da tarde, utilizando-se peneiras de 80 cm de diâmetro com malha de tela de mosquiteiro, com 15 minutos de esforço amostral em cada ponto, por dois coletores portando licença autorizada pelo IEF-MG.

Os espécimes coletados foram depositados em bolsa térmica com gelo, e em seguida preservados em álcool 70%. As fêmeas ovígeras foram individualizadas em potes separados, para evitar que se misturem os ovos de todas as fêmeas, impossibilitando sua contabilidade individual.

Em cada ponto foram medidos parâmetros abióticos da água com o auxílio de aparelhos específicos: teor de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura e pH. Além de parâmetro físico: profundidade média de cada ponto. Os índices pluviométricos foram obtidos na estação meteorológica de Januária/MG.



Figura 2 Local de coleta dos camarões à montante da barragem da PCH Pandeiros, Povoado de Pandeiros, Januária, Norte de Minas Gerais.



Figura 3 Local de coleta dos camarões à jusante da barragem da PCH Pandeiros, Povoado de Pandeiros, Januária, Norte de Minas Gerais.



Figura 4 Local de coleta dos camarões à jusante da barragem da PCH Pandeiros, Povoado de Pandeiros, Januária, Norte de Minas Gerais. Ponto considerado com região distante em relação às características limnológicas dos outros pontos.

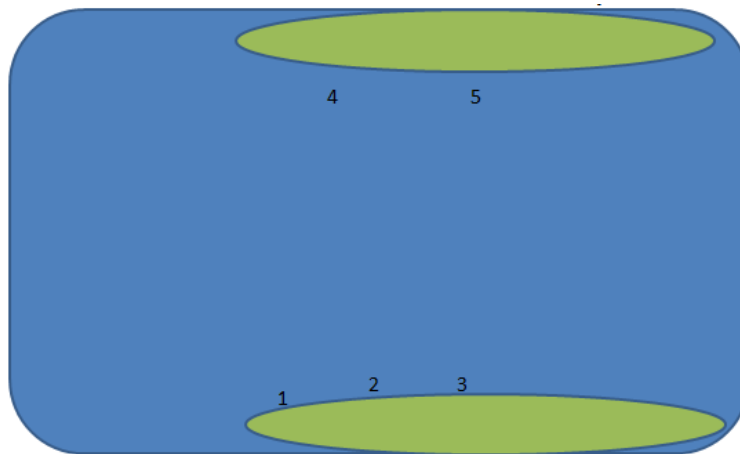


Figura 5 Distribuição dos pontos amostrados nas coletas entre julho/2014 e fevereiro/2015 à montante da barragem da PCH Padeiros, Povoado de Pandeiros, Januária, Norte de Minas Gerais.

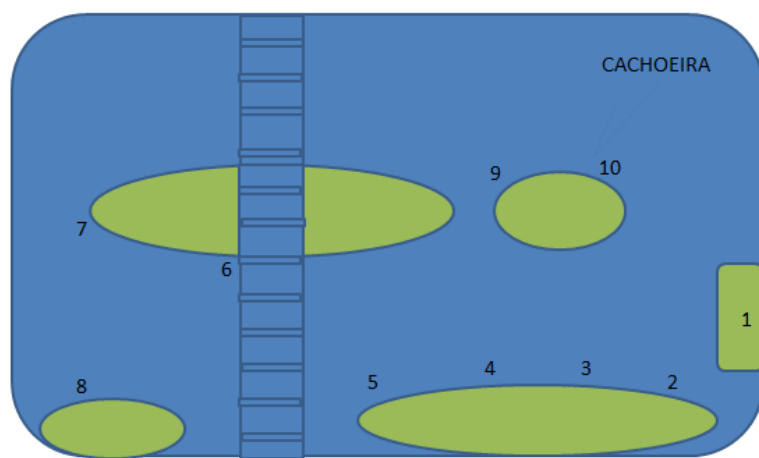


Figura 6 Distribuição dos pontos amostrados nas coletas entre julho/2014 e fevereiro/2015 à jusante da barragem da PCH Padeiros, Povoado de Padeiros, Januária, Norte de Minas Gerais. Sendo o ponto 1 uma região diferente da região que contém os pontos de 2 a 9.

### 2.3 Análise dos animais em laboratório

Os animais foram levados para o laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Lavras, onde foram identificados, sexados e medidos com auxílio de um microscópio estereoscópio com lente micrométrica. As medidas foram feitas quanto ao comprimento total (CT), que é a distância do extremo distal do rostro ao extremo posterior do telso, e o comprimento do cefalotórax (CC), que é a distância entre a margem posterior da órbita até o ponto médio da margem posterior da carapaça.

Quatro categorias demográficas foram determinadas: a) machos, classificados conforme a presença do apêndice sexual masculino no segundo par de pleópodes (MANTELATTO & BARBOSA, 2005); b) jovens, sendo todos os indivíduos com comprimento do cefalotórax menor do que o comprimento do cefalotórax do menor macho identificado; c) fêmeas, sem ovos e; d) fêmeas ovíferas, pela presença de ovos nos pleópodos.



Para estimar a fecundidade das fêmeas, o número de ovos de todas as fêmeas ovígeras foi contabilizado. A fim de se verificar o volume dos ovos das fêmeas, foram selecionados 20 ovos aleatórios de cada fêmea ovígera, que tiveram os diâmetros maior e menor medidos com auxílio de lupa com ocular milimetrada. A partir dos diâmetros obtidos foi determinado o volume de cada ovo pela fórmula  $V = \pi.l.h^2/6$ , onde  $l$ =diâmetro maior e  $h$ =diâmetro menor (HAYD; ANGER, 2013). Em seguida, a média do volume dos ovos para cada fêmea ovígera foi calculada. Além disso, foi obtido o peso úmido e seco de cada fêmea ovígera após retirar os ovos, com auxílio de balança de precisão. Foi observado o desenvolvimento embrionário dos ovos.

#### **2.4 Análise estatística**

Para verificar a estrutura da população de cada local e em cada estação, os indivíduos foram distribuídos em classes de tamanho a partir das medidas do CC, utilizando como amplitude das classes  $\frac{1}{4}$  do desvio padrão (MARKUS, 1971).

A normalidade dos dados foi testada utilizando o teste Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,5\%$ ).

Foi feito um teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ;  $\alpha=0,5\%$ ) para obtenção da razão sexual operacional F:M de cada classe de tamanho de cada local. O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ;  $\alpha=0,5\%$ ) também foi realizado para comparar a abundância de indivíduos por estação (seca e chuva).

Foram comparadas as médias dos comprimentos do cefalotórax (CC) entre machos e através do teste  $t$  ( $\alpha=0,5\%$ ). Essas análises foram realizadas para cada estação do ano.

Uma análise de partição hierárquica foi realizada a fim de se quantificar a influência dos fatores ambientais na abundância e CC de machos, fêmeas,

jovens, e fêmeas ovígeras, e no volume, peso e quantidade dos ovos das fêmeas ovígeras.

Correlações foram realizadas para verificar se existem relações entre o número, volume e peso úmido dos ovos com o CC e peso úmido das fêmeas ovígeras.

Os testes foram feitos no programa estatístico Bioestat 5.0 e no R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015). As análises foram realizadas para *Macrobrachium brasiliense*, e apenas nas duas regiões à jusante, sendo que à montante os dados foram apenas descritos.

### **3 RESULTADOS**

Foram encontradas duas espécies diferentes de camarão, *Macrobrachium amazonicum* e *Macrobrachium brasiliense*, sendo que a primeira espécie foi representada por um baixo número de indivíduos e por isso será feita apenas uma descrição dos dados. Os camarões não foram encontrados no Pantanal e nas planícies de inundação, sendo capturados em três regiões do Rio Pandeiros, sendo duas abaixo da barragem. Foi observado um maior número amostral de camarões à jusante da barragem em relação à região à montante do reservatório, e por isso foram realizadas análises estatísticas apenas para as regiões abaixo da barragem e na região acima do reservatório os dados foram apenas descritos.

#### **3.1 Caracterização das regiões de coleta e influência dos fatores ambientais na abundância populacional nas regiões à jusante da barragem**

Os dados dos fatores ambientais para as regiões à jusante da barragem estão apresentados na Tabela 1, e para a região à montante do reservatório, na Tabela 2. Na tabela 3, observa-se a diferenciação entre duas regiões na região à

jusante da barragem, devido as diferenças limnológicas do ponto 1 de coleta em relação às outras regiões. É visto que os valores médios de condutividade elétrica e profundidade são maiores no ponto 1, assim sendo considerada como outra região no local de estudo.

Tabela 1 Valores mensais, média e desvio padrão (DP) dos parâmetros ambientais amostrados na região à jusante da Pequena Central Hidrelétrica do Rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro/2015. Valores médios de todos os pontos abaixo da barragem.

<b>Meses de coleta</b>	<b>OD (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>T (C°)</b>	<b>pH</b>	<b>CE (μS.cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>Profundidade média (cm)</b>	<b>Média dos índices pluviométricos (mm)</b>
<b>Julho</b>	7,784	22,67	7,899	82	31	0
<b>Setembro</b>	7,945	25,72	7,657	97,2	23,04	4
<b>Janeiro</b>	7,836	27,57	8,201	104,67	30,74	20,5
<b>Fevereiro</b>	8,256	25,68	7,694	100,62	30,84	281,5
<b>Média±DP</b>	<b>7,95±0,21</b>	<b>25,41±2,02</b>	<b>7,86±0,25</b>	<b>96,1±9,90</b>	<b>28,90±3,91</b>	<b>76,5±136,95</b>

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

Tabela 2 Valores mensais, média e desvio padrão (DP) dos parâmetros ambientais amostrados na região à montante do reservatório da Pequena Central Hidrelétrica do Rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro/2015.

<b>Meses de coleta</b>	<b>OD (mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>T (C°)</b>	<b>pH</b>	<b>CE (μS.cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>Profundidade média (cm)</b>	<b>Média dos índices pluviométricos (mm)</b>
<b>Julho</b>	7,614	22,542	8,082	67,2	34,18	0
<b>Setembro</b>	6,95	26,54	8,018	68,4	26,76	4
<b>Janeiro</b>	8,12	27,64	8,01	76,06	31,72	20,5
<b>Fevereiro</b>	7,936	28,98	7,938	75,16	42	281,5
<b>Média±DP</b>	<b>7,65±0,51</b>	<b>26,43±2,77</b>	<b>8,01±0,06</b>	<b>71,7±4,55</b>	<b>33,67±6,36</b>	<b>76,5±136,95</b>

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

Tabela 3 Médias de condutividade elétrica  $\pm$  desvio padrão ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), e profundidade média  $\pm$  desvio padrão (cm) para o ponto onde *M. amazonicum* foi mais representado em relação aos outros pontos à jusante e à montante da barragem (PCH do Rio Pandeiros), nas duas estações (entre julho/2014 e janeiro/2015)

<b>Estação</b>	<b>Regiões</b>	<b>Pontos</b>	<b>CE médio <math>\pm</math> DP (<math>\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}</math>)</b>	<b>Profundidade média <math>\pm</math> DP (cm)</b>
<b>Seca</b>	À jusante	1*	126 $\pm$ 2,83	49,6 $\pm$ 12,16
		2 – 10	85 $\pm$ 13	24,52 $\pm$ 9,46
	À montante	1 – 5	67,8 $\pm$ 0,92	30,47 $\pm$ 13,09
<b>Chuva</b>	À jusante	1*	226,5 $\pm$ 7,78	63,2 $\pm$ 3,68
		2 – 10	88,88 $\pm$ 3,62	27,18 $\pm$ 10,74
	À montante	1 – 5	75,61 $\pm$ 0,51	36,86 $\pm$ 12,12

CE = Condutividade elétrica; DP = desvio padrão.

(\*) Ponto onde foram coletados 75% dos espécimes de *M. amazonicum*

A análise de partição hierárquica realizada para as duas regiões juntas à jusante, verificou a temperatura como o parâmetro ambiental que melhor explicou a abundância total, abundância de jovens e de adultos. Houve relação do oxigênio dissolvido com a abundância das fêmeas ovígeras e a condutividade elétrica teve relação positiva com o número e volume dos ovos das fêmeas para as regiões à jusante. E para à montante o oxigênio dissolvido foi o parâmetro que se relacionou positivamente com todas as variáveis, abundância de fêmeas ovígeras, número e volume dos ovos (Gráfico 1).

Os CC (jovens, machos, fêmeas, fêmeas ovígeras) também foram utilizados nessa análise. A profundidade teve relação positiva com CC dos jovens. Já para machos e fêmeas, o fator que mais influenciou os resultados foi a profundidade média, visto através da sua porcentagem. Já para as fêmeas ovígeras, o fator que mais influenciou os resultados foi a condutividade elétrica com a maior porcentagem (Gráfico 2).

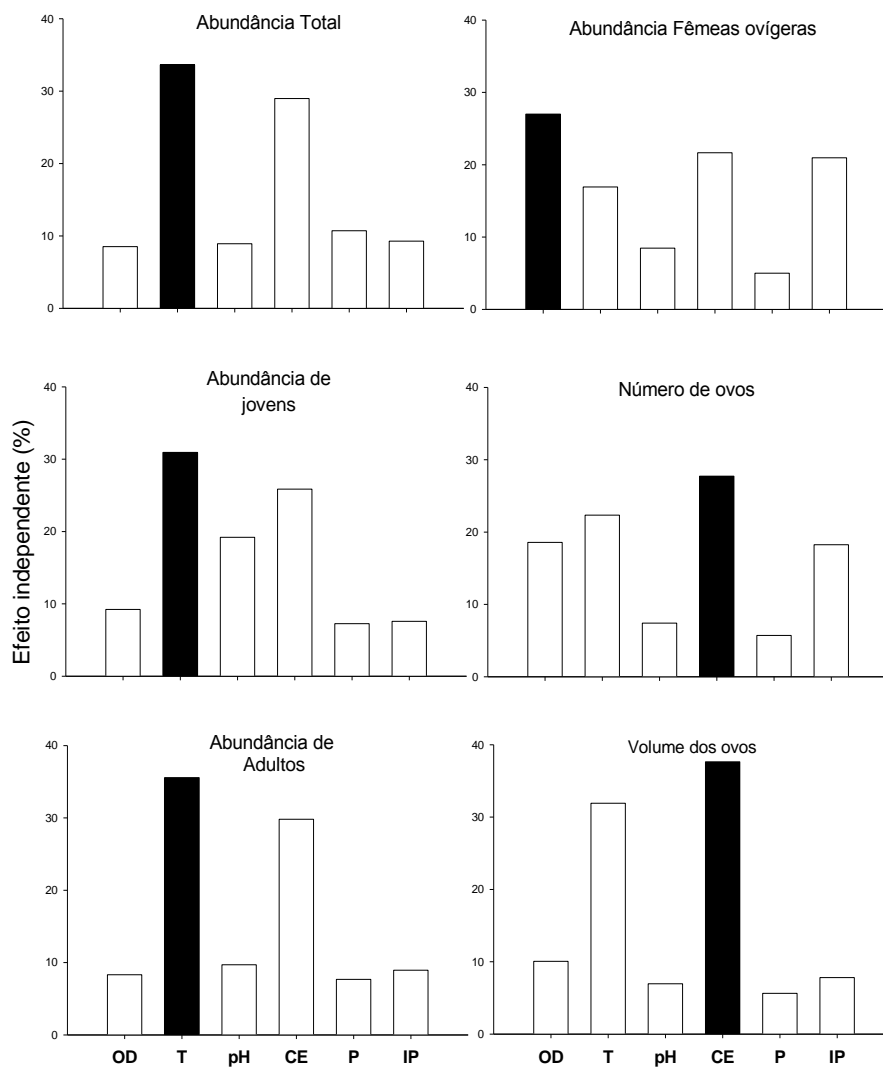


Gráfico 1 Distribuição da porcentagem do efeito independente das variáveis ambientais mensuradas na abundância total, de jovens, adultos e fêmeas ovígeras, número e volume de ovos de *M. brasiliense* no rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro/2015. Barras pretas representam efeito significativo ( $p < 0,05$ ), determinado pelo teste de randomização. OD = oxigênio dissolvido; T = temperatura da água; CE = condutividade elétrica; P= profundidade média; IP = índice pluviométrico.

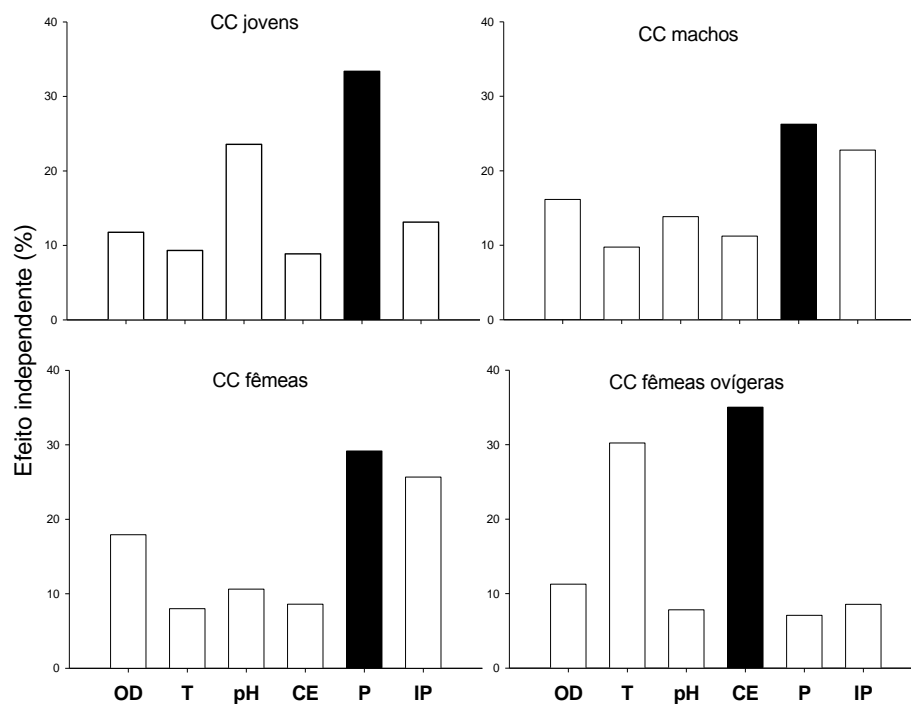


Gráfico 2 Distribuição da porcentagem do efeito independente das variáveis ambientais mensuradas no comprimento do cefalotórax (CC) de jovens, machos, fêmeas e fêmeas ovígeras de *M. brasiliense* no rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro 2015. Barras pretas representam efeito significativo ( $p < 0,05$ ), determinado pelo teste de randomização. CE = condutividade elétrica; OD = oxigênio dissolvido; P = profundidade média; IP = índice pluviométrico; T = temperatura da água.

### 3.2 *Macrobrachium amazonicum*

A espécie *M. amazonicum* foi encontrada apenas à jusante da barragem da PCH Pandeiros, no ponto 1 de coleta, considerado como uma região diferente dos outros pontos.

Foi coletado um total de oito indivíduos, sendo cinco fêmeas e três machos dessa espécie, com razão sexual de 1:0,6, sendo que as fêmeas atingiram tamanhos maiores em relação aos machos (Tabela 4).



Do total, sete espécimes, ou seja, a maioria dos indivíduos foi representada na estação seca e apenas um indivíduo capturado na estação chuvosa.

Tabela 4 Número de indivíduos machos e fêmeas de *M. amazonicum*, comprimentos de cefalotórax (CC) mínimos e máximos e médios de cada sexo.

<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>CC mínimo (mm)</b>	<b>CC máximo (mm)</b>	<b>CC médio ± DP (mm)</b>
<b>Fêmeas</b>	5	6,72	8,16	7,33 ± 0,55
<b>Machos</b>	3	6,40	7,68	6,88 ± 0,60
<b>Total</b>	8	6,40	8,16	7,10 ± 0,32

DP = desvio padrão

### 3.3 *Macrobrachium brasiliense* à jusante

#### 3.3.1 Abundância, razão sexual e tamanho

No total foram coletados 399 camarões, sendo 171 fêmeas, 183 machos, 41 jovens e quatro fêmeas ovígeras. Na estação seca houve uma maior abundância de indivíduos capturados com relação à estação chuvosa, com as fêmeas mais numerosas do que os machos. Na estação chuvosa os machos foram mais abundantes em relação às fêmeas e houve maior número de fêmeas ovígeras, machos e jovens em relação à seca (Tabela 5).

Em seguida serão apresentados os resultados das análises estatísticas para essa região estudada, e no próximo tópico, análises descritivas da outra região (montante do reservatório) em estudo.

Tabela 5 Número de machos, fêmeas, fêmeas ovígeras, jovens, e total de indivíduos de *M. brasiliense* coletados para cada estação, no local à jusante.

<b>Estação</b>	<b>Machos</b>	<b>Fêmeas</b>	<b>F. ovígeras</b>	<b>Jovens</b>	<b>Total</b>
<b>À jusante</b>					
Seca	93	106	1	13	213
Chuva	90	65	3	28	186
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>171</b>	<b>4</b>	<b>41</b>	<b>399</b>

É possível observar que nas duas estações os adultos foram encontrados em maior abundância em relação aos jovens. Os jovens foram mais abundantes na estação chuvosa em relação à seca (Figura 7).

No local à jusante, as fêmeas foram mais abundantes do que os machos na estação seca, e menos abundantes na estação chuvosa, e as fêmeas ovíferas foram menos abundantes em relação à machos e fêmeas sem ovos. As fêmeas ovíferas foram mais abundantes na chuva em relação à estação seca (Figura 8).

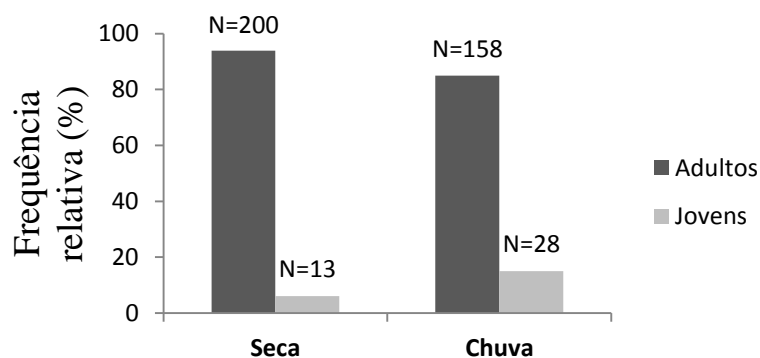


Figura 7 Frequência relativa (%) do número de jovens em relação ao número de adultos de *Macrobrachium brasiliense* no Rio Pandeiros, Minas gerais, nas estações seca (julho e setembro/2014) e chuva (janeiro e fevereiro/2015).

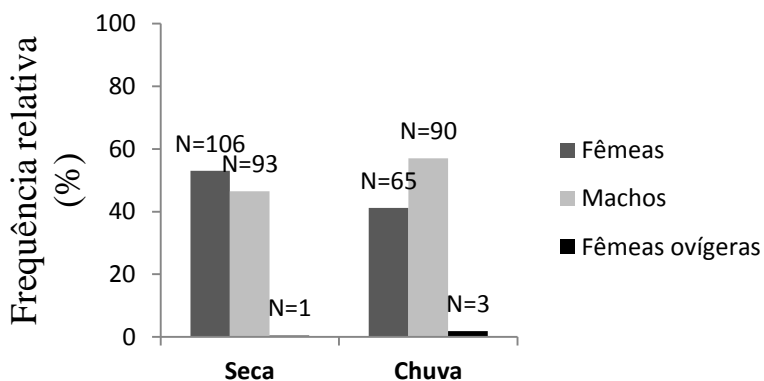


Figura 8 Frequência relativa (%) do número de machos em relação ao número de fêmeas e fêmeas ovíferas de *Macrobrachium brasiliense* no Rio Pandeiros, Minas gerais, nas estações seca (julho e setembro/2014) e chuva (janeiro e fevereiro/2015).

Não houve diferença entre abundância na estação seca e chuvosa ( $\chi^2=3,13$ ; GL=1;  $p=0,0768$ ).

As fêmeas foram favorecidas em relação aos machos na razão sexual na estação seca, e os machos foram mais representativos do que as fêmeas na estação chuvosa (Tabela 6).

Tabela 6 Proporção entre machos e fêmeas e valores do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), seguido de (\*) quando p significativo ( $\alpha=0,05$ ), comparando a razão sexual de *M. brasiliense* em duas estações do ano, à jusante da barragem.

<b>Estação</b>	<b>N total</b>	<b>N Fêmeas</b>	<b>N machos</b>	<b>Razão sexual</b> ♀:♂	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>Seca</b>	199	106	93	1 : 0,88	0,849
<b>Chuva</b>	155	65	90	1 : 1,38	4,032*
<b>Total</b>	<b>354</b>	<b>171</b>	<b>183</b>	<b>1 : 1,07</b>	<b>0,407</b>

Foi observado pelo teste de média que houve diferença entre as médias de tamanho do CC (t;  $p=0,03988$ ) na seca. Na chuva também houve diferença entre as médias de tamanho do CC (t;  $p=0,000113$ ).

Houve diferença entre as médias do CC de machos e fêmeas (t;  $p<0,001$ ).

Na estação seca, as classes de tamanho que foram definidas são descritas na Tabela 7. As fêmeas são mais abundantes nas classes de tamanho intermediárias, e apenas os machos são encontrados nas duas últimas classes de tamanho, o que demonstra que os machos atingem maior CC do que as fêmeas (Figura 9).

Na estação chuvosa, as fêmeas foram mais abundantes nas classes de tamanho iniciais e intermediárias, e os machos nas classes intermediárias e nas classes finais, de tamanhos maiores, onde não houve fêmeas. Houve diferenças entre a razão sexual apenas para as classes de tamanho iniciais (Tabela 8), como

ocorre na estação seca, os machos também atingem tamanhos maiores em relação às fêmeas (Figura 10).

Tabela 7 Número de fêmeas, machos e jovens, razão sexual ( $\text{♀}:\text{♂}$ ) entre machos e fêmeas, valores do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e a significância dos dados (\*) nas classes de tamanho definidas para o local à jusante da barragem, na estação seca.

<b>Classes de tamanho (mm)</b>	<b>Fêmea (N)</b>	<b>Macho (N)</b>	<b>Juvenil (N)</b>	<b>Razão sexual <math>\text{♀}:\text{♂}</math></b>	<b><math>\chi^2</math></b>
<b>2,11 –  3,08</b>	0	0	8	-	-
<b>3,09 – 4,06</b>	0	0	5	-	-
<b>4,07 –  5,04</b>	20	0	0	1 : 0	20,00*
<b>5,05 –  6,02</b>	20	5	0	4 : 1	9,00*
<b>6,03 –  7,00</b>	15	11	0	1,36 : 1	0,615
<b>7,01 –  7,98</b>	9	3	0	3 : 1	3,00
<b>7,99 –  8,96</b>	8	6	0	1,33 : 1	0,286
<b>8,97 –  9,94</b>	6	9	0	0,66 : 1	0,60
<b>9,95 –  10,92</b>	7	8	0	0,875 : 1	0,067
<b>10,93 –  11,9</b>	6	6	0	1 : 1	0
<b>11,91 –  12,88</b>	9	9	0	1 : 1	0
<b>12,89 –  13,86</b>	3	8	0	0,375 : 1	2,273
<b>13,87 –  14,84</b>	3	7	0	0,428 : 1	-
<b>14,85 –  15,82</b>	2	15	0	0,13 : 1	9,941*
<b>15,83 –  16,80</b>	0	4	0	0 : 1	-
<b>16,81 –  17,78</b>	0	2	0	0 : 1	-

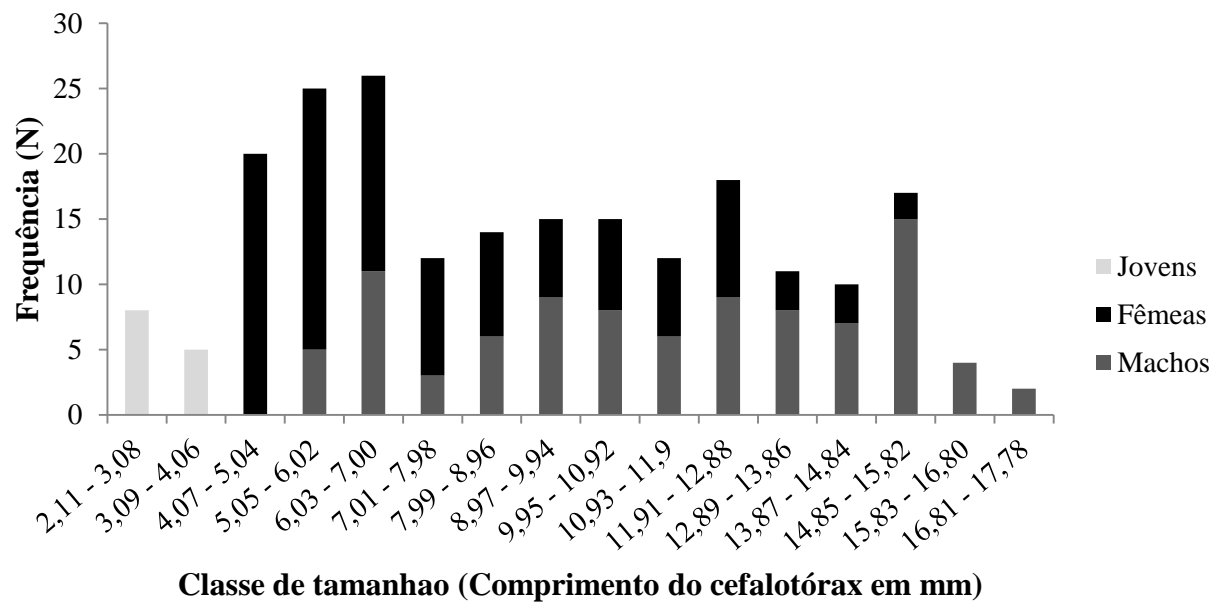


Figura 9 Distribuição de jovens, machos e fêmeas de *Macrobrachium brasiliense* entre as classes de tamanho definidas para o local à jusante da Pequena Central Hidrelétrica do Rio Pandeiros, na estação seca (julho e setembro/2014).

Tabela 8 Número de fêmeas, machos e jovens, razão sexual (♀:♂) entre machos e fêmeas, valores do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e a significância dos dados (\*) nas classes de tamanho definidas para o local à jusante da barragem, na estação chuvosa.

<b>Classes de tamanho (mm)</b>	<b>Fêmea (N)</b>	<b>Macho (N)</b>	<b>Juvenil (N)</b>	<b>Razão sexual ♀:♂</b>	<b><math>\chi^2</math></b>
<b>2,24 –  3,00</b>	0	0	3	-	-
<b>3,01 –  3,77</b>	0	0	15	-	-
<b>3,78 –  4,54</b>	10	1	10	1: 0,1	7,364*
<b>4,55 –  5,31</b>	18	2	0	1: 0,11	12,80*
<b>5,32 –  6,08</b>	14	11	0	1: 0,78	0,36
<b>6,09 –  6,85</b>	4	12	0	1 : 3	4,00*
<b>6,86 –  7,62</b>	8	26	0	1: 3,25	9,529*
<b>7,63 –  8,39</b>	4	9	0	1: 2,25	1,923
<b>8,40 –  9,16</b>	0	5	0	0 : 1	-
<b>9,17 –  9,93</b>	1	7	0	1 : 7	-
<b>9,94 –  10,70</b>	1	4	0	1 : 4	-
<b>10,71 –  11,47</b>	1	2	0	1 : 2	-
<b>11,48 –  12,24</b>	0	1	0	0 : 1	-
<b>12,25 –  13,01</b>	2	3	0	1: 1,5	-
<b>13,02 –  13,79</b>	2	1	0	1: 0,5	-
<b>13,80 –  14,56</b>	2	2	0	1 : 1	0
<b>14,57 –  15,33</b>	1	1	0	1 : 1	0
<b>15,34 –  16,10</b>	0	2	0	0 : 1	-
<b>16,11 –  16,87</b>	0	0	0	-	-
<b>16,88 –  17,64</b>	0	0	0	-	-
<b>17,65 –  18,40</b>	0	1	0	0 : 1	-

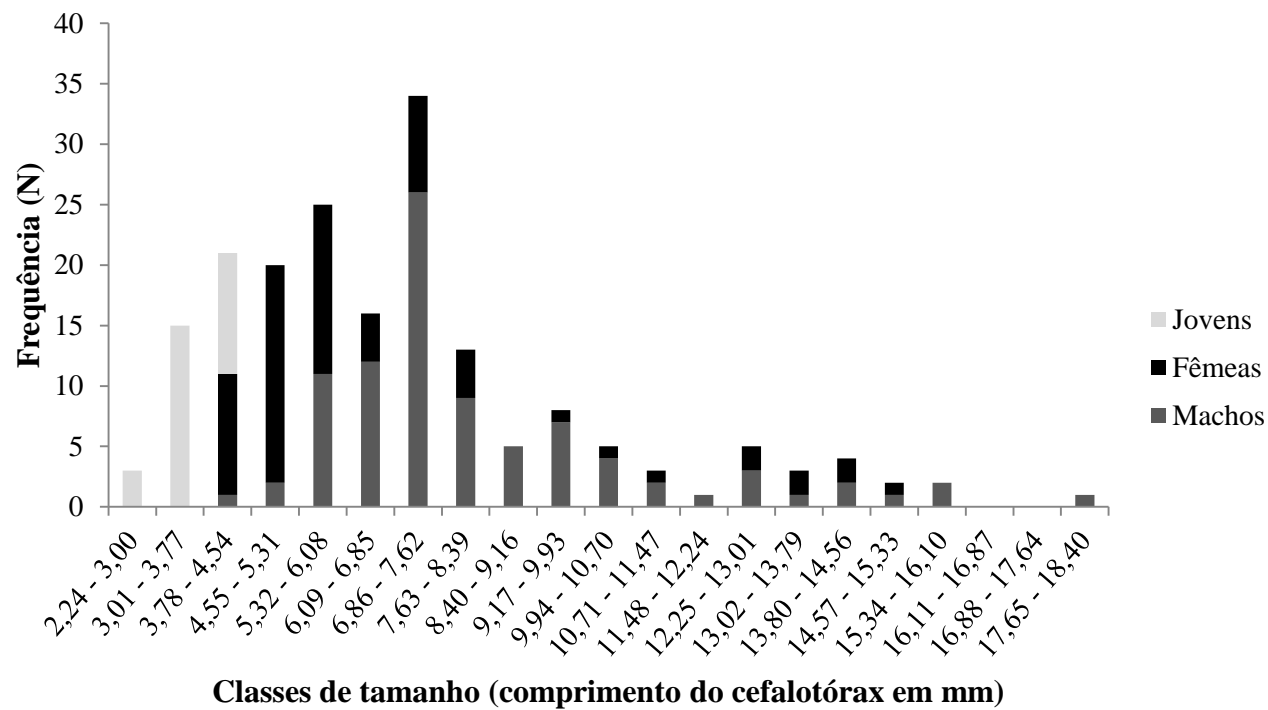


Figura 10 Distribuição de jovens, machos e fêmeas de *Macrobrachium brasiliense* entre as classes de tamanho definidas para o local à jusante da Pequena Central Hidrelétrica do Rio Pandeiros, na estação chuvosa (janeiro e fevereiro/2015).



### 3.3.2 Relação entre fêmeas ovígeras e os ovos

A média do CC entre as fêmeas ovígeras foi de  $13,63 \pm 1,07$  mm, sendo 12,64 mm o CC mínimo e 15,04 mm o CC máximo. O volume dos ovos variou entre 1,64 e 4,63 mm<sup>2</sup>.

A média do número de ovos foi de  $60,25 \pm 15,97$ . Através de análises de correlação foram relacionados CC das fêmeas, peso úmido das fêmeas, volume e peso úmido dos ovos (Tabela 9).

Os ovos de todas as fêmeas foram observados como em estágio intermediário de desenvolvimento embrionário.

Tabela 9 Medidas do comprimento cefalotórax das fêmeas ovígeras, número de ovos, volume mínimo e máximo dos ovos de cada fêmea, e o peso molhado das fêmeas ovígeras.

Fêmeas	CC (mm)	Nº ovos	Vol. Médio (mm <sup>2</sup> ) ± DP	Peso úmido das fêmeas (g)	Peso úmido dos ovos (g)
F 1	12,64	51	2,46±0,74	1,468	0,129
F 2	15,04	82	3,33±0,30	2,468	0,276
F 3	13,92	62	2,78±0,22	1,901	0,195
F 4	14,08	46	3,58±0,37	2,038	0,171

F=fêmea ovígera; CC= comprimento do cefalotórax; Nº ovos ± DP= número de ovos ± desvio padrão; Vol. Médio=volume médio dos ovos; Vol. Mín=volume mínimo dos ovos; Vol. Máx=volume máximo dos ovos.

Não houve correlação significativa entre: CC das fêmeas ovígeras e número de ovos ( $r$  (Pearson)=0,7180; GL=2  $p$ =0,2819); CC das fêmeas ovígeras e volume médio dos ovos ( $r$  (Pearson)=0,7319; GL=2;  $p$ =0,2680); volume médio dos ovos e peso úmido das fêmeas ovígeras ( $r$  (Pearson)=0,7515; GL=2;  $p$ =0,2484); peso úmido das fêmeas e peso úmido dos ovos ( $r$  (Pearson)=0,9396; GL=2;  $p$ =0,0604) e entre CC das fêmeas ovígeras e peso úmido dos ovos ( $r$  (Pearson)=0,9365; GL=2;  $p$ =0,635).

### 3.4 *Macrobrachium brasiliense* à montante

Na região montante do reservatório, apenas 15 indivíduos de *M. brasiliense* foram coletados ao longo de todas as coletas, e por isso esses dados foram apenas descritos. Do total, 12 indivíduos foram capturados na estação seca e três na chuva. Seis machos, seis fêmeas, uma fêmea ovígera e dois jovens (estação chuvosa) foram coletados. A proporção entre fêmeas e machos, com respectivos valores de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) estão representados na tabela 11, sendo que não houve diferença entre a proporção sexual na seca e na chuva.

Tabela 11 Proporção entre machos e fêmeas e valores do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), seguido de (\*) quando p significativo ( $\alpha=0,05$ ), comparando a razão sexual de *M. brasiliense* em duas estações do ano.

<b>Estação</b>	<b>N total</b>	<b>N Fêmeas</b>	<b>N machos</b>	<b>Razão sexual</b> ♀:♂	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>Seca</b>	11	5	6	1 : 1,2	0,091
<b>Chuva</b>	1	1	0	1 : 0	-
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1 : 1</b>	<b>0,00</b>

Na região, o substrato é basicamente areia e poucas pedras com praticamente nenhuma macrófita aquática presente. As características limnológicas foram descritas no primeiro tópico dos resultados, visto que os camarões foram coletados em maior abundância na estação seca (N=12), em relação à estação chuvosa (N=3), visto que na seca foram observadas menores médias de: oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica e profundidade da água.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização das regiões de coleta e influência dos fatores ambientais na abundância populacional nas regiões à jusante da barragem sob *Macrobrachium brasiliense*

Os camarões foram coletados em três regiões do rio Pandeiros, sendo que duas regiões abaixo da barragem estiveram distantes devido às características limnológicas, principalmente em relação à condutividade e profundidade médias. Os camarões foram mais abundantes nas regiões abaixo da barragem, pra onde foram feitas as análises de partição hierárquica juntando as duas regiões. Neste trabalho observamos a influência de alguns fatores: temperatura da água, Oxigênio dissolvido, profundidade média e condutividade elétrica sobre as populações estudada.

Fatores ambientais: como oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura, pH, profundidade, podem influenciar de alguma maneira os aspectos populacionais de camarões de água doce, como o tamanho dos indivíduos, a fecundidade e a abundância (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).

Ordinetz-Collart (1988) observou a influência dos fatores ambientais sobre o tamanho médio corporal de *M. amazonicum*, e afirmou que esses camarões podem resistir a longos períodos com condições desfavoráveis do meio ambiente. Segundo Favareto *et al.* (1976), *M. amazonicum* pode resistir redução do teor de oxigênio dissolvido ou a aumento da temperatura da água (ROMERO, 1982).

A temperatura da água se relacionou com a abundância de jovens, ou seja, a temperatura está diretamente ligada à predominância de jovens na população de *M. brasiliense*. Nos meses de maiores temperaturas da água, os jovens foram encontrados em maior abundância, diferente do trabalho de Mattos e Oshiro (2009) com *M. potiuna*, que encontraram maior predominância de jovens nos meses com menores médias de temperatura. Assim, temperaturas mais baixas poderiam reduzir a capacidade reprodutiva desta espécie. Habashy & Hassan (2001) verificaram que, a temperatura afeta crescimento e reprodução dos indivíduos.

A temperatura da água, juntamente com a disponibilidade de recursos no ambiente afetam as taxas de crescimento das populações (MASHIKO, 2000), por isso sendo relacionada com a abundância de jovens em *M. brasiliense*. Além disso, pico das fêmeas ovígeras na estação chuvosa pode ser devido à ação da temperatura no desenvolvimento e maturação dos tecidos gonodais (WEAR 1974).

A profundidade está ligada ao período chuvoso, o que pode estar diretamente relacionado ao período reprodutivo das fêmeas (verão) e à disponibilidade de alimento no ambiente. Segundo Pérez (1984), em estudo realizado em laboratório, *M. brasiliense* atingiu a fase jovem dentro de 50 dias, portanto o pico reprodutivo da espécie provavelmente está entre dezembro e fevereiro com aparecimento de jovens na população a partir de fevereiro, como observado nos nossos resultados.

O maior volume de chuva, e conseqüente maior profundidade da água, pode influenciar na sobrevivência e crescimento dos animais, já que esse aumento de área ocupada pela água pode proporcionar novas regiões de berçários para indivíduos jovens e aumentar a produtividade principalmente nas planícies de inundação (ORDINETZ-COLLART, 1991), além haver maior disponibilidade de alimento.

Já a abundância total e de adultos foram maiores no mês de julho (seca), que foi o mês com menor temperatura média da água. No período de estudo foi observado maior abundância da espécie em locais com fluxo de água mais intenso, onde havia bastante correnteza, e isso pode explicar esse padrão, já que águas com temperaturas mais baixas apresentam maior quantidade de oxigênio dissolvido, o que faz com que se encontre maior abundância total e de adultos de *M. brasiliense*.

O oxigênio dissolvido foi correlacionado com a abundância de fêmeas ovígeras, seguindo a teoria de que essa espécie ocorre em locais onde há maior fluxo de água, e são adaptados para sobreviverem nesses locais, e se desenvolverem.

A condutividade elétrica explicou os valores para número de ovos e volume de ovos, e comprimento do cefalotórax de fêmeas ovígeras. Segundo Welcomme (1985), a condutividade mede a quantidade de íons presentes na água, o que é importante para o crescimento de muitos crustáceos, já que ao realizarem troca de exoesqueleto no processo de muda esses animais necessitam de cálcio (GREENAWAY, 1985) explicando a correlação desse fator com o comprimento do cefalotórax de fêmeas ovígeras. O número e volume de ovos (fecundidade) foram maiores nos meses onde a condutividade foi maior no local à jusante, concordando com Habashy & Hassan (2011) que afirmam que a salinidade também é um fator importante para a reprodução e Maciel & Valenti (2009) que afirmam que a fecundidade é influenciada pela disponibilidade de alimentos e sais dissolvidos na água.

Segundo Maciel & Valenti (2009), a espécie tolera à diversas alterações no ambiente conforme a localidade que habita, e por isso não se pode afirmar que existe um padrão da influência de fatores ambientais sobre a dinâmica populacional de alguma espécie, sendo necessários novos trabalhos em novos locais sobre essas influências em *M. brasiliense*.

#### 4.2 *Macrobrachium amazonicum*

A espécie *M. amazonicum* foi encontrada em uma abundância muito pequena (oito indivíduos) o que não é comum, pois *M. amazonicum* é capaz de se adaptar rapidamente à diferentes ambientes (ORDINETZ-COLLART, 1991). A maior abundância dessa espécie ocorreu na estação seca, como observado em outros trabalhos (ODINETZ-COLLART, 1991; ODINETZ-COLLART & MOREIRA, 1993; FREIRE *et al.*, 2012). A abundância de *M. amazonicum* está relacionada a fatores como vegetação local, disponibilidade de alimento e qualidade da água (BARROS-ALVES *et al.*, 2012), e segundo Freire *et al.* (2012) o aumento do volume de água e volume da correnteza na estação chuvosa dificulta o encontro desses camarões.

As fêmeas foram mais abundantes do que machos, o que é comum tanto para a espécie e para crustáceos em geral (ODINETZ-COLLART, 1988; 1991; 1993; SAMPAIO *et al.*, 2007; MACIEL, VALENTI, 2009; HAYD; ANGER, 2013; LIMA, *et al.*, 2014) e pode ser consequência de diferença de tamanho entre os sexos, diferenças entre taxas de mortalidade e nascimento de machos e fêmeas, ou fatores como muda e reprodução (BOTELHO *et al.*, 2001).

Já em relação ao tamanho dos animais, comumente fêmeas são menores em relação aos machos (MANTELATTO; BARBOSA, 2005, MACIEL; VALENTI, 2009, MATTOS; OSHIRO, 2009, PEREIRA; CHACUR, 2009), pois após elas atingirem a maturidade sexual investem mais energia na reprodução e incubação dos ovos do que em crescimento. Além disso, diferentemente dos machos, as fêmeas interrompem o processo de muda durante o período de desova (SILVA *et al.*, 2007).

Como foi observado, esta espécie foi encontrada em locais sem correnteza, próxima a uma nascente, diferente de *M. brasiliense* que foi encontrada em maior abundância nos locais com maior fluxo de água em outros pontos.

Essas diferenças entre os locais que as espécies são encontradas ocorrem também pela diferença nas características morfológicas das espécies. *M. brasiliense* possui maior tamanho corporal e pleópodes maiores próprios para nadar e suportar maior correnteza, enquanto que *M. amazonicum* são menores com pleópodes menos desenvolvidos para habitar locais com águas mais calmas, sendo que grandes correntezas dificultam a captura de *M. amazonicum*, podendo inclusive diminuir sua abundância (FREIRE *et al.*, 2012)

A condutividade e a profundidade média do local onde *M. amazonicum* foi encontrada foram maiores em relação aos outros pontos de coleta, sugerindo que esses fatores influenciam a ocorrência da espécie na região. A condutividade representa a quantidade total de íons presentes na água (WELCOMME, 1985), que é de grande importância para o crescimento dos crustáceos, já que esses animais demandam uma grande quantidade de cálcio quando realizam a muda, ou seja, quando ocorrem trocas regulares do exoesqueleto (GREENAWAY, 1985).

A condutividade pode ser também um fator importante para outras espécies e gêneros de crustáceos (GREENAWAY, 1985), assim sendo, não é um fator limitante para o encontro de *M. amazonicum*. A profundidade e a não ocorrência de correnteza podem ter sido fatores mais limitantes para essa espécie, sendo que *M. brasiliense* foi encontrado em maior abundância em locais com profundidade média menor, e grande quantidade de banco de folhas e raízes de macrófitas aquáticas.

Os crustáceos migram com objetivo de capturar de alimento, reproduzirem-se e colonizarem outros locais (MALMQVIST, 2002). Portanto é essencial que os camarões participem de eventos de migração, o que pode ser interferido pela presença de uma barragem no local como visto no rio Pandeiros.

A distribuição natural desta espécie se dá nos rios Orinoco, Amazonas, Paraguai e bacias menores do Rio Paraguai, visto que sua ocorrência em outras

regiões como nordeste, sul e sudeste do Brasil, provavelmente é devido à sua introdução por ação humana (MAGALHÃES *et al.*, 2005; VERGAMINI *et al.*, 2011), visto a elevada plasticidade fenotípica da espécie, que é capaz de colonizar diversos habitats diferentes (VERGAMINI *et al.*, 2011) possuindo grande distribuição geográfica. Nada se pode afirmar sobre a ocorrência desta espécie no rio Pandeiros, se é por introdução, ou se a espécie é invasora no local. Há uma dúvida também se a espécie é exótica para a bacia do São Francisco. Portanto faltam estudos para poder analisar melhor a ocorrência de *M. amazonicum* no rio Pandeiros, visto que nosso número amostral foi baixo para poder inferir determinadas características da espécie.

#### **4.3 *Macrobrachium brasiliense***

Devido à escassez de trabalhos sobre esta espécie, e a dificuldade de encontrar fêmeas ovígeras nas populações já estudadas (Melo & Nakagaki, 2013) este trabalho torna-se pioneiro em alguns aspectos, fornecendo novas informações sobre sua dinâmica populacional. Neste tópico serão discutidos os resultados das análises para esta espécie para as duas regiões coletadas à jusante da barragem, já que houve uma abundância muito maior nas regiões à jusante em relação à montante do reservatório. A maior abundância à jusante do que à montante pode ser devido ao fato de que à montante do barramento não existem flutuações sazonais, já que quando há a construção de barragem as áreas que são naturalmente alagáveis são reduzidas e a conectividade do rio com as lagoas marginais diminuem (AMOROS, 1991).

Essa diminuição das cheias alteram as condições à montante da represa, tornando-se um ambiente mais homogêneo e diminuindo as espécies de macrófitas (CAMARGO *et al.*, 2003). A baixa abundância de macrófitas à montante pode ser a causa da pequena abundância dos camarões no local, já que,



segundo Estevez (2011) sabe-se que bancos de macrófitas aquáticas são importantes habitats para macroinvertebrados aquáticos.

Segundo Dewson (2007) o fluxo reduzido à montante causa impactos como redução de profundidade, aumento de deposição de sedimentos, além de alterações em parâmetros físico-químicos e temperatura da água, levando também à alterações na abundância de macroinvertebrados devido à várias respostas a estas alterações causadas (WOOD *et al.*, 2000).

Assim sendo, no tópico a seguir serão discutidos os resultados para as análises de *M. brasiliense* juntando as duas regiões à jusante, e em seguida um tópico para os dados descritivos para a região à montante do reservatório.

#### **4.3.1 Abundância, razão sexual e tamanho à jusante**

A maior abundância na estação seca pode estar relacionada à alteração da migração na estação chuvosa devido à destruição de microhabitats, concordando com os resultados de Mantelatto & Barbosa 2005. Observaram esse mesmo padrão para *M. brasiliense* no estado de São Paulo onde houve menor abundância no verão, que coincide com a estação chuvosa. O mesmo é observado no trabalho de Pereira & Chacur (2009) que também encontraram maior abundância de *M. brasiliense* no verão em relação ao inverno no Mato Grosso do Sul. Este padrão difere de outros estudos com outras espécies de *Macrobrachium*, como *M. iheringi* (FRANSOZO *et al.*, 2004) e *M. amazonicum* (COLLART & MOREIRA, 1993). Mas a maior abundância na estação seca assemelha-se ao padrão encontrado por Carvalho *et al.* (1979) com *M. acanthurus*, que afirma que isso ocorre devido à alteração da migração no período de chuva (verão). Essa hipótese pode ser válida também para região de Pandeiros, já que no local uma menor taxa média de precipitação no inverno (estação seca) em relação ao verão (estação chuvosa), levando à maior

abundância na seca, onde há mais microhabitats formados e não levados pela correnteza, como na estação chuvosa,

Algumas espécies de camarão de água doce se escondem durante a muda, que ocorre especialmente no verão (MANTELATTO & BARBOSA, 2005), podendo também explicar um maior encontro desses camarões na estação seca.

No geral, os machos foram mais abundantes que as fêmeas, diferente de estudos com outras espécies de *Macrobrachium*, onde o padrão mais encontrado é maior abundância de fêmeas em relação aos machos. Nossos resultados diferem de vários trabalhos com populações da mesma espécie, de Pereira & Chacur (2009) no Mato Grosso do Sul, Mantelatto & Barbosa (2005) com razão macho:fêmea de 1:2,6 em São Paulo e García-Dávila *et al.* (2000) com razão de 1 : 1,7 na Amazônia Peruana.

É comum a maior abundância de fêmeas em relação aos machos também para populações de outras espécies: *M. jelskii* em São Paulo (MOSSOLIN *et al.*, 2013), *M. jelskii* em Minas Gerais (BARROS-ALVES *et al.*, 2012) e para uma população de *M. amazonicum* no Amapá (LIMA *et al.*, 2014).

Contudo, nossos resultados coincidem com os resultados de Mattos & Oshiro (2009), que encontraram desvios na proporção de machos em uma população de *M. potiuna*, e Lima *et al.* (2013) que encontraram maior número de machos em relação às fêmeas com uma população de *M. jelskii* no Amapá.

Essas diferenças na razão sexual de *M. brasiliense*, e de outras espécies do gênero, tanto na proporção de fêmeas quanto de machos não é estável, o que contraria a proporção esperada de 1:1 e pode estar relacionado a diferentes ambientes onde a espécie pode ser encontrada e às variações sazonais (MACIEL & VALENTI, 2009).

Na estação seca as fêmeas foram predominantes em relação aos machos, corroborando com vários trabalhos com populações da mesma e de outras espécies do gênero *Macrobrachium* (MANTELATTO & BARBOSA, 2005;

GÁRCIA-DÁVILA, 2000; PEREIRA & CHACUR, 2009), sendo este o padrão mais comum para *Macrobrachium* e crustáceos em geral. A presença de maior número de fêmeas em relação ao número de machos está relacionada ao período reprodutivo. Foram coletadas mais fêmeas ovígeras na chuva em relação à seca e houve maior proporção de fêmeas em relação aos machos no período de seca. Além disso, foi observada uma diminuição das fêmeas em relação aos machos na estação chuvosa (verão), e isso tudo sugere um período reprodutivo durante primavera e verão nos meses entre dezembro e fevereiro, visto que uma menor abundância de fêmeas no verão também foi observada em outros trabalhos (MATTOS & OSHIRO, 2009).

O baixo número de fêmeas ovígeras coletadas para *M. brasiliense* é muito comum e já foi reportado em outros trabalhos, como Rodriguez (1982) que encontrou apenas duas fêmeas ovígeras em um total de 121 indivíduos coletados, Pereira & Chacur (2009) encontraram apenas uma dentre 911 espécimes e Mantelatto & Barbosa (2005) não capturaram nenhuma fêmea ovígera entre 280 indivíduos.

Sendo assim, os dados deste trabalho são de grande importância para o conhecimento da espécie devido à dificuldade do encontro de fêmeas em período reprodutivo. Nossos resultados fornecem informações importantes, pois já que as fêmeas com ovos foram mais capturadas na estação de chuva, sugerindo que a atividade reprodutiva desta espécie é no verão, na época de chuva. A maior abundância de jovens de *M. brasiliense* também no período de chuva também concordam com o período reprodutivo no verão.

Existem algumas hipóteses que tentam explicar a ausência de fêmeas ovígeras nas populações de *M. brasiliense*, como a possibilidade das larvas possuírem o desenvolvimento embrionário bastante rápido ou o fato dessas fêmeas se abrigarem após a cópula para incubar os ovos e assim garantir o sucesso reprodutivo (MAGALHÃES & WALKER, 1988). Ainda são

necessários mais estudos sobre esta espécie e maior encontro de fêmeas ovígeras para ampliar o conhecimento sobre seus aspectos reprodutivos.

É muito importante também destacar que os ovos das cinco fêmeas estavam em estágio intermediário de desenvolvimento e as fêmeas ovígeras analisadas investem mais no tamanho dos ovos do que na quantidade de ovos, em relação à outras espécies do mesmo gênero. Aqui encontramos uma média de  $60,6 \pm 13,85$  ovos entre as cinco fêmeas, com volume médio de  $2,99 \pm 0,45$  mm<sup>3</sup>. Sendo que Mossolim *et al.* (2013) encontrou número médio de ovos para *M. jelskii* de  $23,95 \pm 14,8$  ovos, e para *M. amazonicum*, foi encontrado um volume médio dos ovos na fase intermediária como os ovos analisados neste estudo, de  $0,158 \pm 0,009$  mm<sup>3</sup> (LIMA *et al.*, 2014).

Nossos resultados são semelhantes aos de García-Dávila (2000) em estudo na Amazônia Peruana, que encontrou uma média de  $82 \pm 52$  ovos para *M. brasiliense*, com volume médio de  $1,88 \pm 0,37$  mm, também tendo sido observado um maior volume de ovos em relação à quantidade quando comparado com outras espécies de *Macrobrachium*.

Em crustáceos, a fecundidade pode ser afetada pela fisiologia da fêmea, sazonalidade, condições ambientais, oferta de alimento, dentre outros fatores (Odinetz Collart & Magalhaes, 1994).

A diferença entre o tamanho médio do comprimento da carapaça entre machos e fêmeas indica dimorfismo sexual em relação ao tamanho para *M. brasiliense*, como observado também por Mantelatto & Barbosa (2005).

Os machos alcançaram um maior comprimento de cefalotórax (CC) (17,80 mm) em relação às fêmeas, com máximo CC de 15,04 mm, sendo que o CC médio de machos também foi maior em relação ao CC das fêmeas, como observado também por Mantelatto & Barbosa (2005), Pereira & Chacur (2009) e García-Dávila (2000). Embora não seja uma regra, isso é comum em *Macrobrachium*, o que pode ser devido às alterações do ambiente conforme o

local onde a população habita alterando o crescimento entre os sexos (HARTNOLL, 1982). Essas diferenças no CC de machos ocorrem provavelmente devido às diferenças nas taxas de crescimento e dos padrões da estrutura da população em ambos os sexos (MANTELATTO & BARBOSA, 2005). Alguns autores afirmam que o maior tamanho dos machos é para garantir sucesso durante o acasalamento e em competições intra-específicas (GHERARDI & MICHELI, 1989).

Nossos resultados demonstraram padrões similares, mas também padrões muito diferentes para outras populações da mesma espécie em outros locais, o que torna este trabalho ainda mais importante para ampliar o conhecimento dessa espécie e se conhecer os aspectos populacionais da mesma.

#### **4.3.2 Relação entre fêmeas ovígeras e os ovos**

Embora o baixo número de fêmeas ovígeras encontradas no presente estudo, é de grande importância o estudo desses dados, já que para *M. brasiliense* muitos trabalhos não encontraram nenhuma fêmea ovígera, como o de Mantelatto & Barbosa (2005). O estudo dessas fêmeas pode colaborar para o conhecimento dos aspectos reprodutivos desta espécie, que ainda precisam ser bastante estudados para explicar essa ausência de encontro de fêmeas ovígeras desta espécie.

Um maior número de fêmeas ovígeras foi encontrado no período de chuva, coincidindo com o verão, além disso, como já discutido, um maior número de jovens também foram presentes nessa época, portanto podemos determinar que o período reprodutivo desta população de *M. brasiliense* estudada é no verão. Provavelmente o período reprodutivo é iniciado em dezembro, com maior pico de jovens em fevereiro, concordando com o trabalho de Mantelatto & Barbosa

(2005) que também afirmam que o período reprodutivo para uma população dessa mesma espécie em São Paulo no verão.

Por outro lado, o estudo de García-Dávila (2000) observou presença de fêmeas ovígeras ao longo de todo o ano, com pico reprodutivo de abril a julho, em população da mesma espécie em pequenos igarapés na Amazônia Peruana. Essa diferença nos padrões reprodutivos de algumas espécies de camarões que habitam diferentes locais pode ser simplesmente uma resposta adaptativa a diferentes condições ambientais, dependendo dos locais onde habitam (GÁRCIA-DÁVILA, 2000).

Não houve relação entre a fecundidade o comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras, diferente do estudo de García-Dávila (2000) que encontrou uma fecundidade de 15 a 168 ovos, com média de  $82 \pm 52$  ovos, e verificou relação entre fecundidade e CC das fêmeas ovígeras. E o peso das fêmeas ovígeras neste estudo teve média de  $1,85 \pm 0,44$  g, e não foi relacionado com o volume médio de ovos, e García-Dávila (2000) encontrou uma média de  $1,41 \pm 1,17$  g, que foi relacionado com a fecundidade.

O número de ovos para cada fêmea ovígera entre populações da mesma espécie pode variar devido à diferença do tamanho e idade das fêmeas ovígeras, além de características genéticas das populações (GÁRCIA-DÁVILA, 2000). A fecundidade em crustáceos pode ser alterada devido às condições fisiológicas das fêmeas, sazonalidade, latitude, condições do ambiente e oferta de recursos (ORDINETZ-COLLART & MAGALHÃES, 1994). Nossos resultados sugerem que os fatores ambientais, principalmente o oxigênio dissolvido esteve relacionado com a fecundidade nesta espécie.

Neste trabalho, o CC das fêmeas ovígeras variou de 12,48 à 15,04 mm, se aproximando dos resultados de García-Dávila (2000) que encontrou maior número de fêmeas ovígeras entre 13 e 15 mm de CC.

Embora, seja comum observar correlação entre o número de ovos e o tamanho das fêmeas em várias espécies de *Macrobrachium* (ORDINETZ-COLLART & MAGALHÃES, 1994), nosso estudo não encontrou essa relação. Nossos resultados assemelham-se a um estudo com *Palaemon carteri* em igarapés pobres em nutrientes, onde não houve relação significativa entre tamanho das fêmeas e número de ovos (COLLART & ENRICONI, 1993), sendo que a espécie estudada apresentou desenvolvimento larval abreviado que pode ser influenciado por fatores ecológicos ou genéticos de espécies que habitam águas pobres em nutrientes.

Seguindo esse mesmo padrão, *M. brasiliense*, é uma espécie que habita sistema de águas pretas e claras, e igarapés de terra firme, possui três estágios larvais e pode apresentar fecundidade entre 15 e 168 ovos com 1,5 a 2,2 mm de diâmetro (GÁRCIA-DÁVILA, 2000). Esse mesmo padrão encontrado nesse estudo no Rio Pandeiros, onde foi observada a mesma estratégia para a espécie, com presença de ovos grandes e baixa fecundidade em relação a outras espécies da Amazônia central, como *M. amazonicum* que habita sistema de águas brancas e claras, com alta fecundidade variando entre 289 e 2259 ovos e com 10-11 estágios larvais, havendo relação entre fecundidade e tamanho (MAGALHÃES, 1985).

A espécie *M. brasiliense* possui menos ovos, mas com maior tamanho e conseqüentemente maior volume, o que explica o fato de o volume médio dos ovos ter sido o fator que mais se correlacionou com CC e peso das fêmeas ovígeras e não o número de ovos, o que pode ser um padrão para espécies com essa estratégia de reprodução como *M. brasiliense*.

Embora os resultados importantes observados, ainda há muito para ser estudado sobre os aspectos reprodutivos de *M. brasiliense*, e principalmente ampliar o conhecimento sobre as estratégias das fêmeas ovígeras pelas quais estas são tão difíceis de serem encontradas em populações desta espécie em

diferentes locais, para então haver mais chance de encontra-las e entender de maneira mais eficiente o período reprodutivo desta e as estratégias de reprodução desta espécie.

Conforme já discutido, provavelmente as fêmeas se abrigam durante a incubação dos ovos, até sua eclosão já que possui ovos grandes, mas pouco numerosos, assim precisam proteger os ovos em locais seguros, como visto nos locais onde foram coletadas, com grande diversidade de macrófitas como microhábitats para essas fêmeas. Este trabalho é de extrema importância, pois fornece informações muito escassas sobre as fêmeas ovígeras desta espécie, podendo sugerir informações muito significativas sobre a fecundidade desta espécie.

## **5 CONCLUSÕES**

Através dos resultados foi observada a influência da barragem sobre a dinâmica populacional dos dois camarões estudados, visto que a abundância e riqueza à montante da barragem são menores em relação à jusante, o que ocorre provavelmente devido à baixa abundância de macrófitas e recursos alimentares no local (DEWSON *et al.*, 2007). Portanto, devem ser analisados os métodos para retirada da barragem, para que os impactos negativos sejam minimizados, principalmente em curto prazo e não prejudiquem um melhor estabelecimento e colonização das espécies em outras regiões, principalmente à montante, sendo esses os impactos positivos de grande importância esperados em longo prazo, principalmente diminuindo o impacto sobre o período de reprodução e recrutamento. Essas medidas podem aumentar a abundância das espécies, que podem ser estabelecidas de maneira eficiente no ambiente na região do Rio Pandeiros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & MARQUES, E. E. **Reservatório de peixe angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos, RiMa. 188p, 2009.

AMOROS, C. Changes in side-arm connectivity and implications for river systems management. **Rivers**, 2: 105-112, 1991.

BARROS-ALVES, S. P.; ALMEIDA, A. C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D. F. R.; 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**, 24(3): 266-275, 2012.

BAUER, R. T.; DELAHOUSAYE, J. Life history migrations of the amphidromous river shrimp *Macrobrachium ohione* from a continental large river system. **Journal of Crustacean Biology**, 28(4): 622-632, 2008.

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

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SIVLA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. **Editora da Universidade Estadual de Maringá**. Cap. 3, p. 59 – 83, 2003.

CARVALHO, D. A.; COLLINS, P. A. Ontogenetic predation capacity of *Macrobrachium borellii* (Caridea: Palaemonidae) on prey from littoral benthic communities. **Nauplius**, 19(1): 71-77, 2011.

CARVALHO, H. A., GOMES, M. G. S., GONDIM, A. Q. & PEREIRA, M. C. G. Sobre a biologia do pitu - *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) em populações naturais da Ilha de Itaparica. **Universitas**, 24:25-45, 1979.

COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2(4): 405-410, 1985.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyalella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

DEWSON, Z. S., JAMES, A. B. W., DEATH, R. G. A review of the consequences of decreased flow for instream habitat and macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society** 26, 401-415, 2007a.

DINIZ, A. E. Pântano do rio Pandeiros: paraíso preservado. 2009. **Revista Ecológico**, ED. 7, 2009.

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.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 4. ed. **Rio de Janeiro: Interciência**, 2011.

FAVARETO, L.; MACHADO, Z. L.; SANTOS, E. S. Consumo de oxigênio em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Efeito da saturação de oxigênio dissolvido. **Acta Amazonica**, 6 (4): 449-453, 1976.

FRANSOZO, A., RODRIGUES, F. D., FREIRE, F. A. M. & COSTA, R. C. Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. **Nauplius**, 12:119-126, 2004.

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

FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA - FUNATURA. *Mosaico Sertão Veredas*: Peruaçu: Plano de Desenvolvimento Territorial de Base Conservacionista-DTBC. Brasília: FUNATURA, 2008.

GARCÍA-DÁVILA, C. R. **Revisão taxonômica dos camarões de água doce (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae, Sergestidae) da Amazônia Peruana**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1998.

GARCÍA-DÁVILA, C. R.; ALCANTARA, F.; VASQUEZ, E. & CHUJANDAMA, M. Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) em igarapés de terra firme da Amazônia Peruana. **Acta Amazonica**, 30(4): 653-664, 2000.

GHERARDI, F. & MICHELI, F. Relative growth and population structure of the freshwater crab, *Potamon potamios palestinensis*, in the dead sea area (Israel). **Israel Journal of Zoology** 36:133-145, 1989.

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.

HARTNOLL, R. G. 1982. Growth, p. 111-196. In: L. G. Abele (Ed.), **The biology of Crustacea**. New York, Academic Press, v. 2, 1982.

HAYD, L.; ANGER, K. Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. **Revista de Biologia Tropical**, 6 (1): 39-57, 2013.

HOLTHUIS, L. B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. **Occas. Pap. A.H.F.P.** 12: 1-79, 1952.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their applications. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429, 1980.

IEF-MG. <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/3306-nova-categoria/1768-refugio-estadual-da-vida-silvestre-do-rio-pandeiros>- Acesso em 01/12/2015.

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

KINZIE, R. A. I.; CHONG, C.; DEVRELL, J.; LINDSTROM, D.; WOLF, R. Effects of water removal on a Hawaiian stream ecosystem. **Pacific Science**, 60: 1-47, 2006.

LACOUL, P. & FREEDMAN, B. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. **Environmental Review, Denver**, v. 14, n. 2, p. 89-136, 2006.

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**, Série Zoológica, 96(1):81-87, 2006.

LIMA, J. L.; DA SILVA, T. C.; DA SILVA, L. M. A.; GARCIA, J. S. Brachyuran crustaceans from the bycatch of prawn fisheries at the mouth of the Amazon River. **Acta Amazonica**, 43: 93-100, 2013.

LIMA, J. F.; GARCIA, J. S.; SILVA, T. C. Natural diet and feeding habits of a freshwater prawn (*Macrobrachium carcinus*: Crustacea, Decapoda) in the estuary of the Amazon River. **Acta Amazonica** vol. 44(2): 235 – 244, 2014.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazona river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, 17(2): 61-79, 2009.

MADSEN J. D.; CHAMBERS, P. A.; JAMES, W. F. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. **Hydrobiologia**, vol. 444, no. 1-3, 33, 2006. p. 71-84, 2001.

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.

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

MALMQVIST, B. Aquatic invertebrates in riverine landscapes. **Freshwater Biology**, Oxford, 47: 679-694, 2002.

MANTELATTO, F. L. M.; BARBOSA, L. R. Populations structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 17(3): 245-255, 2005.

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

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**, 9(1), 2009.

MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. São Paulo: **Ed. Loyola**. 430 p, 2003.

MELO, M. S.; NAKAGAKI, J. M. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). **Nauplius** 21(1): 25-33, 2013

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.

MOSSOLIM, E. C.; PEIRÓ, D. F.; ROSSINGNOLI, M. O.; RAJAB, L. P.; MANTELATTO, F. L. 2013. Population and reproductive features of the freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) from São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 35, n. 3, p. 429-436, July-Sept., 2013

NUNES, Y. R. F. Pandeiros: o Pantanal Mineiro. **MG.BIOTA**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 2009

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.; 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.

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

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 Carneiro) variaçãoda abundância e do comprimento. **Amazoniana** 3 (4): 399-413, 1993.

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.; ENRICONI, A. Estrategia reprodutiva e alguns aspectos demograficos do camarao *Palaemonetes carteri* Gordon, 1935 na Amazonia Central, rio Negro. **Acta Amazônica**, 23(2-3): 227-243, 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.

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. **Rev. Biol. Neotrop.** 6(1):75-82, 2009.

PÉREZ, L. A. V. **Desenvolvimento larval de *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em laboratório.** Tese de Doutorado, São Paulo, USP, 277p, 1984.

PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) with emphasis on the relationships among American species. **Invertebrate Systematics**, 24(2): 194-208, 2010.

POMPEU, P. S.; & GODINHO, H. P. Effects of extended absence of flooding on the fish assemblages of three floodplain lagoons in the middle São Francisco River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, p. 427-433, 2006.

RODRÍGUEZ, G. Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco basin and the Venezuelan Guayana. **J. Crustacean Biol.**, 2:378-391, 1982.

ROMERO, M. E. Preliminary observation on potential of culture of *Macrobrachium amazonicum* in Venezuela. In NEW, MB. (Ed.). **Giant prawn farming**. Elsevier: Amsterdam. p. 411-416, 1982.

RONI, P.; BEECHIE, T.; BILBY, R.; LEONETTI, F., POLLOCK, M.; PESS, G. A. review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwest watersheds. **North American Journal of Fisheries Management** 22, 1–20, 2002.

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**, 67(3): 551-559, 2007.

SANTOS, H. A.; POMPEU, P. S. ; KENJI, D. O. L. Changes in the flood regime of São Francisco River (Brazil) from 1940 to 2006. **Regional Environmental Change (Print)**, v. 12, p. 123-132, 2012.



SANTOS, M. M. **Sistema de informações geográficas do Empreendimento HidrelétricoPandeiros – PATGEO**. Monografia (especialização). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/ UFMG, 2002.

SATAKE, K.; UENO, R. Distribution of freshwater macroinvertebrates in streams with dams and associated reservoirs on a subtropical oceanic island off southern Japan. **Limnology**. 14:211–221, 2013.

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**. 85pp. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2010.

THOMSON, J. R.; HART, D.; CHARLES, D. F.; NIGHTENGALE, T. L.; WINTER, D. M.I. Effects of removal of a small dam on downstream macroinvertebrate and algal assemblages in a Pennsylvania stream. **Journal of the North American Benthological Society**, 24(1):192-207, 2005.

VIANA, R. **Grandes barragens, impactos e reparações: um estudo de caso sobre a Barragem de Itá**. Dissertação de Mestrado Instituto de Pesquisa e planejamento Urbano e Regional, Rio de Janeiro, 2003.

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

VALENTI, W. C. **Cultivo de camarões de água doce**. São Paulo: Nobel. 82 p., 1985.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P. Comportamento alimentar do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (de man) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: análise qualitativa. **Revta bras. Zoo**. 14 (4): 785 – 793, 1997.

VALENTI, W. C. Current status of freshwater prawn culture in Brazil. In: NAIR, C. M.; NAMBUDIRI, 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.

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

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

WOOD, P. J., M. D. AGNEW, AND G. E. PETTS. Flow variations and macroinvertebrate community responses in a small groundwater-dominated stream in southeast England. **Hydrological Processes** 14:3133–3147, 2000.

**ARTIGO 2**

**HÁBITOS ALIMENTARES DE *MACROBRACHIUM AMAZONICUM* E  
*MACROBRACHIUM BRASILIENSE* NA REGIÃO DO RIO PANDEIROS**

## RESUMO

As informações obtidas a partir do estudo de dieta são importantes principalmente na avaliação da ecologia trófica, podendo indicar relações ecológicas entre os organismos e o ambiente, padrões de distribuição, migração e ecdise. Este estudo teve como objetivo avaliar os hábitos alimentares de *Macrobrachium amazonicum* e *Macrobrachium brasiliense*. Os camarões foram coletados com auxílio de peneira com tela de mosquiteiro, à montante e à jusante de uma barragem no Rio Pandeiros, na estação seca (jul e set/2014) e chuvosa (jan e fev/2015). Os animais tiveram seus estômagos retirados e o grau de repleção observado visualmente. Em seguida, o conteúdo estomacal foi retirado, identificado. Foram determinadas: a frequência de ocorrência de cada item alimentar através da análise do método dos pontos, e a frequência relativa dos itens alimentares. O grau de repleção foi comparado entre adultos e jovens e entre machos e fêmeas por teste de variância (ANOVA) e as frequências relativas de adultos e jovens foram comparadas pelo teste  $\chi^2$ . Foram analisados 324 estômagos, de *M. brasiliense* e oito estômagos de *M. amazonicum*. Os itens mais representativos foram: detrito vegetal, algas, material digerido, pedaços de insetos, areia. À montante, foram encontrados nove itens, sendo que os insetos aquáticos tiveram uma riqueza menor em relação à jusante. Não houve diferença entre os graus de repleção de adultos e jovens e de machos e fêmeas para nenhum dos locais e estações. Para *M. amazonicum* houve diferença entre as frequências relativas de Trichoptera entre as estações. Com base nestas informações pode-se concluir que os camarões possuem hábito alimentar onívoros. A presença da barragem pode estar interferindo no fluxo da água, transformando o ambiente de lótico em lêntico, diminuindo a riqueza de macrófitas aquáticas, que são refúgios para macroinvertebrados, incluindo insetos e moluscos, que servem de alimentos para os camarões. Assim, a retirada da barragem poderá ser eficiente para aumentar os recursos alimentares disponíveis para os camarões, principalmente à montante.

Palavras-chave: Camarões de água doce. Dieta. Macrófitas. Insetos aquáticos.

## ABSTRACT

The information obtained from the diet study are important mainly in the assessment of the trophic ecology, possibly indicating ecological relationships between organisms and the environment, distribution patterns, migration and ecdise. This study aimed to evaluated the feeding habits of *Macrobrachium amazonicum* and *M. brasiliense*. The prawns were captured with a semi-circular sieve (1 mm mesh size), upstream and downstream of a dam on the Rio Pandeiros in the dry season (July and Sept/2014) and rainy (Jan and Feb/2015). The stomachs were removed and the degree of fullness visually observed. The stomach contents, the frequency of occurrence, the method of points and relative frequency of each food items were analyzed. The degree of repletion was compared between adults/juveniles and males/females using analysis of variance. The relative frequencies of adults and juveniles were compared using chi-square test. A total 324 stomachs of *M. brasiliense* and eight of *M. amazonicum* were analysed. The most representative items found in the stomach were plant detritus, algae, digested material, insects and sand. Nine food items were found upstream and insects had a lower richness in relation to downstream. There was no difference between the degree of fullness of adult and juveniles, and for males and females for both sites and seasons. There was no difference on the relative frequencies of Trichoptera for *M. amazonicum* on the seasons. However, there was difference for digested material between adults and juveniles in the upstream. Based on these information it can be concluded that prawns are omnivorous. The dam's presence can be interfering on the flow of water, transforming the lotic environment for lentic water, decreasing the richness of macrophytes, which are refuges to macroinvertebrates like insects and mollusks that are food for prawns. Thus, the removal of the dam can be effective to increase the available food resources for the prawns, especially upstream.

Keywords: freshwater prawns. Diet. Macrophytes. aquatic insects

## 1 INTRODUÇÃO

Além de fornecer informações sobre o hábito alimentar e a posição trófica de determinados organismos na comunidade, a análise de conteúdo estomacal indica relações ecológicas entre os organismos e interpretação da dinâmica geral do ambiente (AGUIRRE-LEÓN; YÁÑES-ARANCIBIA, 1984). Assim, o estudo da dieta é importante para o conhecimento do papel da alimentação em comunidades biológicas (HYSLOP, 1980), e as informações obtidas a partir desse estudo são aplicadas principalmente em estudos de ecologia trófica (MELO & NAKAGAKI, 2013), podendo indicar relações ecológicas entre os organismos e o ambiente, padrões de distribuição, migração e eciose (MCLAUGHLIN E HEBARD, 1961). A abundância de determinado item alimentar observado no conteúdo estomacal pode ser devido à maior disponibilidade deste alimento no ambiente ou uma maior preferência do animal por esse item alimentar (FONTELES-FILHO, 1989), assim, a análise de dieta fornece informações sobre os alimentos preferidos dentre os disponíveis no ambiente (SILVA *et al.*, 2000).

Embora sejam raros estudos sobre hábitos alimentares de camarões devido à dificuldade de quantificar e identificar os itens alimentares (MELO & NAKAGAKI, 2013), alguns estudos sobre a dieta de *Macrobrachium* se destacam. O trabalho de Kulka (2009) analisou conteúdo estomacal de *M. amazonicum* na Bahia, e encontrou presença de lodo, lama, larvas de insetos aquáticos, entre outros. Mello & Nakagaki (2013) único estudo até então sobre os hábitos alimentares de *M. brasiliense* e foi realizado em um córrego no Mato Grosso do Sul. Os autores encontraram diversos itens alimentares no conteúdo estomacal dos camarões: insetos, algas, larvas, fragmentos de plantas, areia e outros crustáceos.

A maioria dos estudos envolvendo hábitos alimentares de *Macrobrachium* observou que esses camarões são onívoros e alimentam-se de diversos recursos encontrados no ambiente, como larvas de insetos, insetos adultos, fragmentos de plantas, areia, microcrustáceos, moluscos, e outros crustáceos como mecanismo de obtenção de carbonato de cálcio para formação de novo exoesqueleto após a muda (KULKA, 2009; MELLO & NAKAGAKI, 2013; SPANJERSBERG *et al.*, 2006; CARNEVALI *et al.* 2012).

Em todos os estudos de dieta, os itens que foram mais representativos identificados nos estômagos de camarões foram: fragmentos de plantas, algas e insetos aquáticos (MELO & NAKAGAKI, 2013; COLLINS, 1999). Portanto é indispensável presença de plantas aquáticas no ambiente onde os camarões habitam.

Ainda são necessários estudos sobre hábitos alimentares do gênero *Macrobrachium* para que se possa entender sua ecologia e sua posição na cadeia trófica, para então fornecer ferramentas de conservação e manutenção das espécies, além da necessidade de se conhecer da influência de barragem sobre a dieta de camarões. Assim, o objetivo desse trabalho foi conhecer os hábitos alimentares de duas espécies de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* em área de proteção ambiental em três regiões no rio Pandeiros.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado no Rio Pandeiros, pertencente à Bacia do Rio São Francisco, sendo um dos seus principais afluentes. Possui extensão aproximada de 145 km, onde se encontra a Barragem da Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros, instalada em 1957 e está desativada desde 2010 (DRUMMOND *et*

*al.*, 2005). O rio está localizado no Povoado de Pandeiros e pertencente em sua maior parte aos municípios de Bonito de Minas e Januária, ao norte de Minas Gerais (Figura 1).

Considerado rio de preservação permanente desde 1992, o Rio Pandeiros possui uma Área de Proteção Ambiental de cerrado e mata seca, com intuito de proteger a rica diversidade de fauna e flora na área (IEF-MG, 2008).

A APA de Pandeiros é de extrema importância para preservação do local, cobrindo a bacia hidrográfica do rio Pandeiros, e inclui parte dos municípios de Januária, Bonito de Minas, e Cônego Marinho. É a maior unidade de conservação sustentável de Minas Gerais (DRUMOND *et al.*, 2005).



Figura 1 Localização APA de Pandeiros, Norte de Minas Gerais/ Fonte: [www.uol.com.br](http://www.uol.com.br)

## 2.2 Coleta de dados

Para o estudo dos hábitos alimentares dos camarões, foram realizadas coletas na estação seca (julho e setembro/2014) e estação chuvosa (janeiro e fevereiro/2015) na região do Rio Pandeiros, no Norte de Minas Gerais. Três regiões foram amostradas, uma à montante do reservatório ( $15^{\circ}28'39,4''$ -S



044°46'26,9"-W) (Figura 2) e duas à jusante (15°30'46,0"-S 44°45'12,4"-W) (Figura 3 e 4) da Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros. Os animais foram coletados com uso de licença de coleta autorizada pelo IEF-MG.

De acordo com o observado no capítulo 2, foram encontradas duas espécies de camarões no local. Para coleta de conteúdo estomacal foi utilizada a mesma metodologia para coleta e distribuição dos pontos nas regiões amostradas descrita no referido capítulo.

Os animais coletados foram depositados em bolsa térmica com gelo, e então fixados em álcool 70% em potes plásticos, e levados para o laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Lavras para serem analisados quanto ao conteúdo estomacal com auxílio de um microscópio estereoscópio com lente micrométrica.

Em laboratório, os camarões foram dissecados e os estômagos retirados com auxílio de uma pinça. Em seguida, na lupa, o estômago foi observado quanto ao grau de repleção, ou seja, o quanto o estômago está preenchido. Após, foi utilizado o método dos pontos, para saber a contribuição relativa de cada item, no volume total de alimento para cada estômago, para então no microscópio, identificar o que foi encontrado dentro dos estômagos, até o menor nível taxonômico possível, com auxílio de bibliografia especializada (EDMONDSON, 1959).



Figura 2 Ponto à montante da barragem da PCH Pandeiros, pertencente ao município de Januária, Norte de Minas Gerais, em julho/2014 (período de seca).



Figura 3 Ponto à jusante da barragem da PCH Pandeiros, pertencente ao município de Januária, Norte de Minas Gerais, em julho/2014 (período de seca).



Figura 4 Ponto à jusante da barragem da PCH Pandeiros, considerado como outra região quanto às características limnológicas em relação aos outros pontos no mesmo local. Município de Januária, Norte de Minas Gerais, em janeiro/2015 (período de chuva).

### 2.3 Análise dos dados

A fim de se conhecer os hábitos alimentares dos camarões, foi realizada análise de conteúdo estomacal e para essa análise inicialmente foi observado o grau de repleção estomacal (GR), que é determinado visualmente, de acordo com a quantidade de alimento apresentada no estômago. Para isso, foi determinada uma escala de seis classes, segundo Williams, 1981:

1. Classe 1 = 0% - vazio
2. Classe 2 = < 5% - parcialmente vazio
3. Classe 3 = 5 a 35% - vazio/médio
4. Classe 4 = 35 a 65% - médio
5. Classe 5 = 65 a 95% - médio/cheio
6. Classe 6 = > 95% - cheio.

Para análise do conteúdo estomacal foi utilizado o método dos pontos e o de frequência de ocorrência de cada item alimentar para adultos e jovens em cada local (à jusante e à montante) para cada estação (seca e chuva), segundo Williams (1981), Wear & Haddon (1987), Haefner (1990).

Frequência de ocorrência (FO)

$$FO = bi/N \times 100$$

Sendo: bi = número de estômagos que contém o item i

N = número de exemplares amostrados

Método dos pontos (MP)

A contribuição relativa de cada item, no conteúdo total de alimento de cada estômago, foi determinada por uma escala de 5 graus:

1. <5% = 2,5 pontos
2. 5 a 35% = 25 pontos
3. 35 a 65% = 50 pontos
4. 65 a 95% = 75 pontos
5. >95% = 100 pontos

Cada item recebeu um número de pontos conforme o número do grau de repleção, sendo a multiplicação do número de pontos pelo valor, dependendo da abundância:

Classe 1 = 0,00

Classe 2 = 0,02

Classe 3 = 0,25

Classe 4 = 0,50

Classe 5 = 0,75

Classe 6 = 1,00

Assim, se o estômago estiver cheio (GR=6), e tiver apenas um item, o peso de pontos é 100 (100 x 1,00), e se tiver o mínimo possível de alimento em determinado estômago, o peso de pontos é 0,05 (2,5 x 0,02).

A porcentagem total de pontos para um item foi expressa pela fórmula (WILLIAMS, 1981):

$${}^n\sum_{j=1} (a_{ij} / A) \cdot 100$$

Onde:

$a_{ij}$  = número de pontos do item presa  $i$  encontrados nos estômagos dos exemplares analisados.

$A$  = número total de pontos para todos os itens

$n$  = número total de estômagos analisados

Essas análises foram utilizadas para o conhecimento do hábito alimentar dos camarões ao longo do ano, observando as variações dos graus de repleção durante as estações do ano para as duas espécies (BRÊTHES *et al.* 1984).

As análises citadas a seguir só foram utilizadas para a espécie *Macrobrachium brasiliense*, pois para *Macrobrachium amazonicum* não foram possíveis de serem realizadas devido ao baixo número amostral coletado.

Foi utilizado teste  $t$  para testar a diferença entre as médias de grau de repleção estomacal entre machos e fêmeas e entre adultos e jovens, e entre as classes de tamanho à jusante em cada estação do ano.

Um teste  $\chi^2$  foi feito para analisar se houve diferenças significativas entre a frequência relativa de alimento consumido pelos adultos e jovens à jusante.

As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Bioestat 5.0 e quando o grupo de dados era pequeno não foi feita análises estatísticas.

### 3 RESULTADOS

Um total de 332 estômagos foi analisado, sendo que 18 (5,55%) estiveram vazios, e 314 (94,45%) apresentaram conteúdo. Do total, 324 (97,59%) estômagos são de *Macrobrachium brasiliense* e oito (2,41%) pertencem à *Macrobrachium amazonicum*. As análises estatísticas foram feitas apenas para *M. brasiliense*, e para as regiões à jusante, e na região à montante, os dados foram apenas descritivos, assim como para *M. amazonicum*.

### **3.1 *Macrobrachium amazonicum***

Os estômagos analisados de *Macrobrachium amazonicum* foram todos oriundos do local à jusante, sendo que sete foram capturados na estação seca, e um na estação chuvosa.

Destes oito, um (12,5%) estômago esteve vazio, amostrado na estação seca, sendo que os outros sete (87,5%) apresentaram conteúdo.

Foram encontrados oito itens alimentares nos estômagos de *M. amazonicum*, destacados na Tabela 1 onde se observa a frequência de ocorrência dos estômagos dos indivíduos analisados na estação seca e chuva, destacando-se a presença Coleoptera e Plecoptera no conteúdo estomacal apenas na estação seca.

Quando comparados os sexos, observa-se que alguns itens foram exclusivos nos estômagos das fêmeas: Coleoptera e Plecoptera. E os itens mais abundantes nos estômagos das fêmeas foram areia e material digerido (Tabela 2).

Tabela 1 Frequência de ocorrência (%) dos itens alimentares encontrados nos estômagos de adultos de *Macrobrachium amazonicum* nas estações de seca e chuva amostrados no Rio Pandeiros, entre julho de 2014 e fevereiro de 2015.

<b>Item alimentar/FO</b>	<b>Seca</b>	<b>Chuva</b>
	Adultos (N=7)	Adultos (N=1)
<b>Areia</b>	85,71	100
<b>Material digerido</b>	85,71	100
<b>Detrito vegetal</b>	71,43	100
<b>Alga</b>	71,43	100
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	71,43	100
<b>Insecta</b>		
<b>Trichoptera</b>	28,57	100
<b>Coleoptera</b>	28,57	0
<b>Plecoptera</b>	28,57	0

Tabela 2 Frequência de ocorrência (%) dos itens alimentares encontrados nos estômagos de machos e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* amostrados no Rio Pandeiros, entre julho de 2014 e fevereiro de 2015.

Item alimentar/FO (%)	Fêmeas	Machos
	(N=5)	(N=3)
<b>Areia</b>	80	100
<b>Material digerido</b>	80	100
<b>Detrito vegetal</b>	60	100
<b>Alga</b>	60	100
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	60	100
<b>Insecta</b>		
<b>Trichoptera</b>	40	33,33
<b>Coleoptera</b>	40	0
<b>Plecoptera</b>	40	0

A variação entre as estações do grau de repleção mostra que os estômagos dessa espécie estiverem em sua maioria praticamente cheios, sendo que dos oito estômagos analisados, cinco estiveram entre os graus 5 e 6. Nenhum estômago ficou na classe 4, dois estiveram nas classes intermediárias, 2 e 3, e apenas 1 apresentou o estômago vazio (Figura 5).

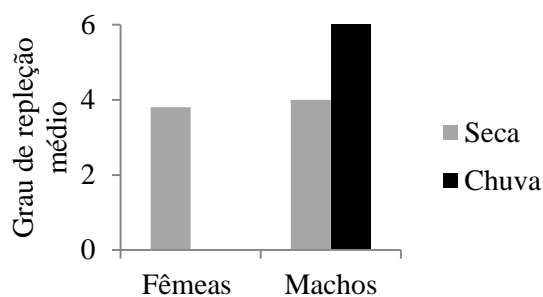


Figura 5 Médias dos graus de repleção de machos e fêmeas de *M. amazonicum* nas estações de seca e chuva, à jusante da barragem do Rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro/2015



A frequência relativa dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *M. amazonicum* e os valores de  $\chi^2$  entre as frequências relativas de seca e chuva estão indicados na Tabela 3. Observou-se que na estação seca, o item alimentar mais abundante foi detrito vegetal. Na estação chuvosa, as frequências relativas de todos os itens encontrados foram iguais. Através do  $\chi^2$  foi visto que houve diferença ( $\chi^2= 8,513$ ,  $p=0,0035$ ) entre as frequências relativas de seca e chuva apenas para o item Insecta (Trichoptera).

Entre machos e fêmeas não houve diferença para nenhum dos itens alimentares presentes no conteúdo estomacal, sendo que nos estômagos das fêmeas, o item mais abundante foi detrito vegetal, e o menos abundante foi pedaços de Trichoptera, o que ocorreu para os machos. Os itens Plecoptera e Coleoptera não ocorreram nos estômagos dos machos, porém ocorreram em baixa frequência nos estômagos das fêmeas (Tabela 4).

Tabela 3 Itens apresentados nos estômagos calculado pelo método dos pontos (MP) e frequência relativa (%) dos pontos de *M. amazonicum* e valores do teste  $\chi^2$  entre as frequências relativas dos itens alimentares das estações de seca e chuva no Rio Pandeiros durante o período de coleta entre julho/2014 e fevereiro/2015.

Item alimentar	Seca		Chuva		$\chi^2$
	MP	N=7	MP	N=1	
<b>Areia</b>	114,87	19,78	25	16,67	0,036
<b>Material digerido</b>	95,25	16,40	25	16,67	0,002
<b>Detrito vegetal</b>	125,00	21,52	25	16,67	0,616
<b>Alga</b>	65,00	11,19	25	16,67	1,078
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	87,50	15,07	25	16,67	0,081
<b>Insecta</b>					
<b>Trichoptera</b>	20,62	3,55	25	16,67	8,513*
<b>Coleoptera</b>	21,25	3,66	0	0,00	-
<b>Plecoptera</b>	21,25	3,66	0	0,00	-
<b>Total</b>	<b>580,75</b>		<b>150</b>		

(-) Teste não aplicado

(\*) p significativo para  $\alpha=0,05$

Tabela 4 Itens apresentados nos estômagos calculado pelo método dos pontos (MP) e frequência relativa (%) dos itens alimentares de fêmeas e machos *M. amazonicum* e valores do teste  $\chi^2$  entre as frequências relativas dos itens alimentares no Rio Pandeiros durante o período de coleta entre julho/2014 e fevereiro/2015.

Item alimentar	Fêmeas N=7		Machos N=1		$\chi^2$
	MP	%	MP	%	
<b>Areia</b>	89,90	22,42	50	16,67	0,846
<b>Material digerido</b>	64,00	15,97	56	18,67	0,210
<b>Detrito vegetal</b>	81,25	20,27	69	23,00	0,172
<b>Alga</b>	40,00	9,98	50	16,67	1,679
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	62,50	15,59	50	16,67	0,016
<b>Insecta</b>					
<b>Trichoptera</b>	20,65	5,14	25	8,33	0,755
<b>Coleoptera</b>	21,25	5,30	0	0,00	-
<b>Plecoptera</b>	21,25	5,30	0	0,00	-
<b>Total</b>	<b>400,80</b>		<b>300</b>		

(-) Teste não aplicado

Todos os valores de p foram não significativos

### 3.2 *Macrobrachium brasiliense* à jusante

Foram analisados 324 estômagos de *Macrobrachium brasiliense*, sendo que 190 (58,64%) estômagos da estação seca e 134 (41,36%) da estação chuvosa. Do total, 17 (5,25%) estavam vazios e 307 (94,75%) apresentaram conteúdo, sendo que a frequência de estômagos vazios foi bem menor em relação aos estômagos cheios, em ambas as estações e locais de coleta (Tabelas 5 e 6). Pode ser observado que na seca há uma maior frequência de estômagos vazios do que na estação chuvosa, e a categoria dos machos foi a que apresentou

maior quantidade de estômagos vazios em relação às fêmeas e aos jovens.  
Foram analisados 41 jovens, e 283 adultos, sendo 137 fêmeas e 147 machos.

Tabela 5 Frequência absoluta e relativa (%) de machos, fêmeas e jovens, com estômago vazio e com conteúdo, coletados no Rio Pandeiros, na estação seca.

Grupos etários	Estômagos vazios		Estômagos c/ conteúdo		<b>Total</b>
	N	%	N	%	
Machos	9	11,39	70	88,61	<b>79</b>
Fêmeas	6	6,52	80	93,48	<b>86</b>
Jovens	0	-	13	100	<b>13</b>
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>8,43</b>	<b>163</b>	<b>91,57</b>	<b>178</b>

Tabela 6 Frequência absoluta e relativa (%) de machos, fêmeas e jovens, com estômago vazio e com conteúdo, coletados no Rio Pandeiros, na estação chuvosa.

Grupos etários	Estômagos vazios		Estômagos c/ conteúdo		<b>Total</b>
	N	%	N	%	
Machos	4	6,45	58	93,55	<b>62</b>
Fêmeas	0	-	43	100	<b>43</b>
Jovens	1	3,85	25	96,15	<b>26</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>3,82</b>	<b>126</b>	<b>96,18</b>	<b>131</b>

Após as análises de conteúdo estomacal, observou-se a presença de 17 itens alimentares presentes nos estômagos de *M. brasiliense*, sendo os mais abundantes: areia, material digerido e detrito vegetal.

Observando a frequência de ocorrência de cada item alimentar, é possível determinar o item detrito vegetal como o mais frequente nos estômagos analisados, tanto de machos, fêmeas e jovens, nas duas estações (Tabelas 7 e 8).

Alguns itens alimentares foram encontrados exclusivamente no conteúdo estomacal dos camarões adultos e não foram encontrados em nenhum estômago dos animais jovens do mesmo local em nenhuma das estações: pedra, larva de inseto, alguns insetos (Ephemeroptera, Coleoptera e Hemiptera), Crustacea (Brachiura) e Acari.

Os itens insetos (Ephemeroptera, Coleoptera e Hemiptera), larva de insetos e Acari foram exclusivos da alimentação dos adultos. Já na seca, Plecoptera e Mollusca foram os únicos itens que estiveram presentes somente nos estômagos dos jovens, e na chuva, Insecta (Hemiptera), Crustacea (Brachiura), Acari e areia foram os itens que estiveram presentes na dieta dos jovens.

Tabela 7 Frequência de ocorrência dos itens alimentares encontrados nos estômagos de adultos e jovens de *Macrobrachium brasiliense* amostrados nas regiões à jusante da PCH Pandeiros na estação seca (julho e setembro/2014).

Itens alimentares/FO	Adultos	Jovens
	N=164	N=13
<b>Areia</b>	51,22	61,54
<b>Pedra</b>	1,22	0
<b>Material digerido</b>	83,53	92,31
<b>Detrito vegetal</b>	81,10	76,92
<b>Alga</b>	53,66	38,46
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	46,34	38,46
<b>Larva de insetos</b>	5,49	0
<b>Insecta</b>		
<b>Trichoptera</b>	15,85	23,08
<b>Odonata</b>	10,36	7,69
<b>Ephemeroptera</b>	4,27	0
<b>Coleoptera</b>	15,85	0
<b>Hemiptera</b>	0,61	0
<b>Plecoptera</b>	0	7,69
<b>Crustacea</b>		
<b>Brachiura</b>	1,22	0
<b>Ostracoda</b>	1,22	0
<b>Acari</b>	0,61	0
<b>Mollusca</b>	0	0

Tabela 8 Frequência de ocorrência dos itens alimentares encontrados nos estômagos de adultos e jovens de *Macrobrachium brasiliense* amostrados nas regiões à jusante da PCH Pandeiros na estação chuvosa (janeiro e fevereiro/2015).

Itens alimentares/FO	Adultos	Jovens
	N=105	N=26
<b>Areia</b>	66,67	84,61
<b>Material digerido</b>	92,38	96,15
<b>Detrito vegetal</b>	73,33	76,92
<b>Alga</b>	52,38	53,85
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	33,33	53,85
<b>Larva de insetos</b>	2,86	0
<b>Insecta</b>		
<b>Trichoptera</b>	21,90	30,77
<b>Odonata</b>	20,00	15,38
<b>Ephemeroptera</b>	1,90	0
<b>Coleoptera</b>	9,52	0
<b>Plecoptera</b>	2,86	3,85
<b>Crustacea</b>		
<b>Ostracoda</b>	2,86	3,85
<b>Mollusca</b>	1,90	3,85

A frequência relativa dos itens alimentares de *M. brasiliense* e os valores de  $\chi^2$  entre as frequências relativas de adultos e jovens coletados à jusante durante a estação seca são apresentados na tabela 9 e durante a estação chuvosa na tabela 10. O item mais frequente foi material digerido seguido de detrito vegetal. O item Brachiura foi encontrado só na estação seca e foi exclusivo dos adultos.



Tabela 9 Itens apresentados nos estômagos de adultos e jovens calculados pelo método dos pontos (MP) e frequência relativa (%) dos itens alimentares de *M. brasiliense* e valores do teste  $\chi^2$  entre as frequências relativas dos itens alimentares no Rio Pandeiros, à jusante, durante o período de seca (julho e setembro/2014).

Item alimentar	Adultos N=164		Jovens N=13		$\chi^2$
	MP	%	MP	%	
<b>Areia</b>	953,00	10,77	108,60	14,26	0,487
<b>Grânulo</b>	13,75	0,15	0,00	0,00	-
<b>Material digerido</b>	2475,00	27,97	275,25	36,12	1,036
<b>Detrito vegetal</b>	1931,00	21,82	139,00	18,25	0,318
<b>Alga</b>	866,22	9,79	118,80	15,60	1,330
<b>Pedações de exoesqueleto</b>	1259,00	14,23	66,00	8,67	1,350
<b>Larvas de insetos</b>	146,25	1,65	0,00	0,00	-
<b>Insecta</b>					
<b>Trichoptera</b>	387,55	4,38	38,75	5,09	-
<b>Odonata</b>	182,75	2,06	12,50	1,64	-
<b>Ephemeroptera</b>	91,875	1,04	0,00	0,00	-
<b>Coleoptera</b>	370,50	4,19	0,00	0,00	-
<b>Hemiptera</b>	18,75	0,21	0,00	0,00	-
<b>Plecoptera</b>	0,00	0,00	2,5	0,33	-
<b>Crustacea</b>					
<b>Brachiura</b>	27,50	0,31	0,00	0,00	-
<b>Ostracoda</b>	50,00	0,56	0,00	0,00	-
<b>Acari</b>	25,00	0,28	0,00	0,00	-
<b>Mollusca</b>	50,00	0,56	0,00	0,00	-
<b>Total</b>	<b>8848,15</b>		<b>300,00</b>		

(-) Teste não aplicado

Todos os valores de p foram não significativos para  $\alpha=0,05$

Tabela 10 Frequência de pontos determinada pelo método dos pontos (MP) e frequência relativa (%) dos itens apresentados nos estômagos de adultos e jovens *M. brasiliense* e valores do teste  $\chi^2$  entre as frequências relativas dos itens alimentares no Rio Pandeiros, à jusante, durante o período de chuva (janeiro e fevereiro/2015).

Item alimentar	Adultos N=105		Jovens N=26		$\chi^2$
	MP	%	MP	%	
<b>Areia</b>	607,22	14,81	209,13	15,42	0,012
<b>Pedra</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	-
<b>Material digerido</b>	1039,00	25,34	412,80	30,44	0,466
<b>Detrito vegetal</b>	786,00	19,17	238,00	17,55	0,071
<b>Alga</b>	556,22	13,57	126,88	9,35	0,777
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	397,50	9,69	168,75	12,44	0,342
<b>Larvas de insetos</b>	31,75	0,77	0,00	0,00	-
<b>Insecta</b>					
<b>Trichoptera</b>	263,00	6,41	106,25	7,83	0,142
<b>Odonata</b>	177,75	4,33	50,62	3,73	-
<b>Ephemeroptera</b>	37,50	0,91	0,00	0,00	-
<b>Coleoptera</b>	107,12	2,61	0,00	0,00	-
<b>Plecoptera</b>	32,25	0,79	18,75	1,38	-
<b>Crustacea</b>					
<b>Ostracoda</b>	33,12	0,81	12,50	0,92	-
<b>Mollusca</b>	31,25	0,76	12,50	0,92	-
<b>Total</b>	<b>4099,70</b>		<b>1356,18</b>		

(-) Teste não aplicado

Todos os valores de p foram não significativos para  $\alpha=0,05$

Através dos testes de média verificou-se que não houve diferenças entre os graus de repleção (GR) de adultos ( $H=2,717$ ;  $p=0,9029$ ) e jovens ( $H=0,06413$ ;  $p=0,7941$ ) entre seca e chuva. Também não houve diferença entre

o GR entre adultos e jovens ( $H=1,011$ ;  $p=0,3017$ ), e entre machos e fêmeas ( $H=0,008378$ ;  $p=0,9251$ ).

Na estação seca não houve diferença entre o GR de machos e fêmeas ( $H=0,04623$ ;  $p=0,826$ ) e nem entre adultos e jovens ( $H=0,1462$ ;  $p=0,6958$ ), assim como na estação chuvosa, que também não foi encontrada diferença entre os sexos ( $H=0,03822$ ;  $p=0,8386$ ) e adultos e jovens ( $H=2,106$ ;  $p=0,1318$ ).

### **3.3 *Macrobrachium brasiliense* à montante**

Foi analisado o conteúdo estomacal de 15 indivíduos, sendo seis machos, sete fêmeas, sendo uma ovígera e dois jovens. Foram verificados 9 itens alimentares nos estômagos dos camarões: areia, material digerido, detrito vegetal, algas, pedaços de exoesqueleto, insetos (Trichoptera, Odonata, Ephemeroptera e Coleoptera).

Os itens alimentares mais frequentes nos estômagos dos adultos foram: material digerido e detrito vegetal, e os menos frequentes foram algumas ordens de insetos. Nos estômagos dos jovens foi verificado apenas material digerido.

Na estação chuvosa não foram verificadas as ordens de insetos Ephemeroptera e Coleoptera no conteúdo estomacal dos camarões, visto que nesta estação apenas três indivíduos foram coletados e analisados. Os itens alimentares, a frequência de pontos determinada pelo método dos pontos (MP) e a frequência relativa (%) dos itens alimentares de jovens e adultos do total de animais coletados estão representados na Tabela 11.

Tabela 11 Itens apresentados nos estômagos calculados pelo método dos pontos (MP) e a frequência relativa (%) de adultos e jovens de *M. brasiliense* no rio Pandeiros, na região à montante, entre julho/2014 e fevereiro/2015.

Item alimentar	Adultos N=13		Jovens N=2	
	MP	%	MP	%
<b>Areia</b>	108,80	12,91	0	0,00
<b>Pedra</b>	0,00	0,00	0	0,00
<b>Material digerido</b>	215,50	25,59	2	100,00
<b>Detrito vegetal</b>	144,25	17,18	0	0,00
<b>Alga</b>	91,12	10,82	0	0,00
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	125,00	14,84	0	0,00
<b>Larvas de insetos</b>	0,00	0,00	0	0,00
<b>Insecta</b>				
<b>Trichoptera</b>	45,62	5,41	0	0,00
<b>Odonata</b>	51,87	6,16	0	0,00
<b>Ephemeroptera</b>	1,875	0,22	0	0,00
<b>Coleoptera</b>	58,12	6,90	0	0,00
<b>Total</b>	<b>842,17</b>		<b>2</b>	

### 3.4 Conteúdo estomacal das fêmeas ovígeras

Todas as fêmeas ovígeras amostradas (N=5) tiveram seus estômagos analisados. Foram verificados sete itens alimentares: areia, material digerido, macrófitas, algas, pedaços de exoesqueleto e insetos (Trichoptera e Coleoptera). O item com maior frequência de ocorrência no total de estômagos amostrados foi material digerido, com menor frequência de ocorrência foi Trichoptera. Quanto à frequência relativa de cada alimento, os itens: macrófita, areia e material digerido foram os mais frequentes e Trichoptera o menos frequente (Tabela 12).

Tabela 12 Frequência de ocorrência de cada item no total de estômagos, método dos pontos (MP) e frequência relativa de cada item alimentar nos estômagos das fêmeas ovígeras, amostradas em três regiões do rio Pandeiros, entre julho/2014 e fevereiro/2015.

Item alimentar	F. ovígeras		N=5
	FO	MP	%
<b>Areia</b>	80	50,00	20,66
<b>Material digerido</b>	100	45,75	18,90
<b>Macrófitas</b>	60	50,00	20,66
<b>Algas</b>	60	37,50	15,49
<b>Pedaços de exoesqueleto</b>	60	37,50	15,49
<b>Insecta</b>			
<b>Trichoptera</b>	20	1,25	0,52
<b>Coleoptera</b>	40	20,00	8,26
<b>Total</b>		<b>242,00</b>	

#### 4 DISCUSSÃO

Foram observados 17 itens no conteúdo estomacal dos camarões, sendo que para *M. amazonicum* foram verificados oito itens, e para a região de coleta à montante, nove itens alimentares foram encontrados nos estômagos. Os itens mais abundantes foram material digerido e detrito vegetal para ambas espécies, e em todas as regiões amostradas.

Crustáceos decápodos têm sido considerados animais com comportamento onívoro oportunista, capturando seus alimentos no fundo dos locais onde habitam ou organismos associados com a vegetação, na superfície ou submersos (WILLIAMS, 1981).

A porcentagem de estômagos vazios foi baixa em relação aos estômagos cheios, sendo que os machos apresentaram maior quantidade de estômagos

vazios em relação às fêmeas, semelhante ao encontrado por Melo & Nakagaki (2013), onde os machos apresentaram mais estômagos vazios do que as fêmeas.

Houve uma maior diversidade de itens alimentares nos estômagos dos camarões amostrados à jusante em relação à montante e na estação seca em relação à estação chuvosa. Nos estômagos de *M. brasiliense* ocorreu maior diversidade de itens alimentares em relação à *M. amazonicum*. Alguns itens alimentares foram exclusivos da dieta de *M. brasiliense*, como insetos (Hemiptera e Plecoptera), crustáceos, moluscos e ácaros, o que sugere que as espécies não compartilham totalmente os mesmos recursos, embora coexistam em alguns pontos à jusante. O fato das espécies não compartilharem todos os recursos provavelmente está relacionado além da biologia do local, à biologia e morfologia de cada espécie, visto, por exemplo, que *M. brasiliense* atinge tamanhos maiores com pleópodes mais desenvolvidos que auxiliam na natação, e por isso são encontrados onde há mais correnteza, em relação à *M. amazonicum* que são menores, possuem pleópodes menos adaptados para nadarem e comumente encontrados em locais com pouca ou nenhuma correnteza (MELO, 1996; MACIEL & VALENTI, 2009).

Houve uma menor quantidade de itens presentes nos estômagos em relação à jusante, sendo os itens exclusivos desse último local: Insecta (Hemiptera e Plecoptera), Crustacea (Brachiura e Ostracoda), Acari e Mollusca. A presença de itens alimentares apenas à jusante provavelmente é devido às características do local, já que o substrato é fator limitante na distribuição de insetos aquáticos (BUSS *et al.*, 2004), servindo como abrigo e alimentação para esses insetos (KIKUCHI; UIEDA, 1998). Além disso, os locais podem possuir diferenças na composição e diversidade de macroinvertebrados.

À montante o substrato é basicamente areia, sem pedras e poucas plantas, e sabe-se que o substrato composto apenas por areia, como visto à montante, proporciona menor riqueza taxonômica de macroinvertebrados, pois é um local

mais instável, com menor possibilidade de formação de nichos e microhabitats (ALLAN, 1995).

À montante, a baixa abundância e riqueza de macrófitas leva a uma baixa diversidade de habitats para macroinvertebrados, como sugerido por Ward *et al.* (1999), além de características como fatores abióticos que podem diminuir a riqueza destes organismos que compõem a dieta dos camarões (ASSIS *et al.*, 2004).

Onde há rochas maiores, há maior quantidade de abrigos, matéria orgânica e estabilidade dos animais, protegendo-os da correnteza. A presença de folhas no substrato também aumenta a diversidade na fauna de insetos aquáticos e outros macroinvertebrados, pois há maior possibilidade de ocorrência de diversos nichos, e conseqüentemente, coexistência desses nichos e dos organismos presentes nos mesmos (ALLAN, 1995).

Portanto, em locais com substratos mais estáveis e presença de detritos orgânicos e macrófitas aquáticas, como o local à jusante, há uma grande quantidade de recursos, o que fornece uma maior diversidade de macroinvertebrados (BROOKS *et al.*, 2005), diferente do local arenoso, onde não há essa alta diversidade.

À montante é sempre um local mais homogêneo devido às alterações nos regimes de cheia, o que acarreta uma baixa diversidade de macrófitas (CAMARGO *et al.*, 2003), e isso se deve dentre outros fatores ao fluxo reduzido da água, redução da profundidade e aumento de sedimentação, e em resposta á essas alterações há uma baixa diversidade de macroinvertebrados (WOOD *et al.*, 2000).

Assim sendo, a retirada da barragem do local irá provocar um maior fluxo de água, aumentando assim a quantidade de sedimentação e macrófitas no local à montante. Essa ação irá favorecer a formação de diversos microhabitats, que servem como recursos e abrigo para diversos grupos de macroinvertebrados, que

são alimentos para camarões e peixes. Portanto a retirada da barragem pode favorecer as populações de diversos organismos e sua manutenção no ambiente. Á jusante, onde há maior fluxo de água e maior quantidade de macrofitas, ocorre uma grande diversidade de grupos taxonômicos presentes no conteúdo alimentar dos camarões.

Foram observados 17 itens alimentares nos estômagos, diferente de Melo & Nakagaki (2013) que encontraram 34 itens no conteúdo estomacal de *M. brasiliense* no Mato Grosso do Sul e Albertoni *et al.* (2003), que quantificou 20 itens para *M. acanthurus*, no Rio de Janeiro. Essa diferença na quantidade de itens encontrados nos estômagos depende da disponibilidade dos mesmos no ambiente em que habitam (CHOY, 1986), e por isso pode ter ocorrido esse padrão menos diverso encontrado em nosso estudo.

Os itens com maior frequência de ocorrência em todas as estações à montante e à jusante foram: detrito vegetal e algas, além de material digerido como observado também por Nakagaki & Melo (2009) no conteúdo estomacal de *M. brasiliense* e observaram que alga é um item com importantes variações sazonal e de tamanho, assim como Jimoh *et al.* (2011) analisaram a dieta de *M. vollenhovenii*. Os autores Prakash & Acarwal (1989) em estudo com *M. choprai* que concluiu que a espécie tem hábito onívoro geralmente alimentando-se de substrato no norte da Índia.

A grande quantidade de material digerido pode estar relacionada ao período de coleta, já que os camarões possuem hábito noturno (MELO & NAKAGAKI, 2013) e as coletas foram realizadas durante o dia, assim os alimentos que foram ingeridos a noite já estariam digeridos sob forma de matéria orgânica não identificada (CARVALHO & COUTO, 2010).

A frequência de ocorrência de areia foi alta, semelhante aos resultados de Melo & Nakagaki (2013) que também verificaram presença de areia no



conteúdo estomacal de *Macrobrachium brasiliense* em um córrego no Mato Grosso do Sul.

Embora haja dúvida se a ingestão de areia é acidental ou proposital, há trabalhos que afirmam que é sua ingestão é acidental, pois ao capturar outro alimento que esteja no fundo, como algum inseto ou planta, os camarões ingerem areia junto com a presa, embora possa ser intencional, já que a areia pode estar colonizada por microorganismos, como protozoários, assim sendo presa para os camarões (BRANCO & VERANI, 1997).

A areia pode também contribuir para o esmagamento de partículas facilitando a ingestão de alimento, e para formação de novo exoesqueleto (CHOY, 1986).

Alguns insetos foram bem representados no conteúdo estomacal dos camarões, além de partes de exoesqueleto não identificadas que foram encontradas em grande quantidade nos estômagos. Foram encontradas seis ordens de insetos: Odonata, Ephemeroptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera e Plecoptera à jusante, sendo que apenas as três últimas foram identificadas nos estômagos de *M. amazonicum*. E à montante, quatro ordens estiveram presentes nos estômagos dos adultos: Trichoptera, Odonata, Ephemeroptera e Coleoptera. Duas das ordens estiveram presentes nos dois locais, e nos estômagos das duas espécies, que foram Trichoptera e Coleoptera. A ordem Trichoptera foi o item dentre os insetos de maior importância na dieta dos camarões, como visto também por Nakagaki & Melo (2009), que observou esse mesmo padrão em estudo de hábitos alimentares de *M. brasiliense*.

A presença de insetos aquáticos no conteúdo estomacal dos camarões é de extrema importância para a manutenção da cadeia alimentar ocupando todos os níveis (Johnson & Trplehorn, 2004). Seguido de Trichoptera, vêm Coleoptera e Odonata como as ordens mais representadas no conteúdo estomacal, diferentemente do que foi encontrado por Nakagaki & Melo (2009), que

observou esses dois itens com menor frequência de ocorrência em *M. brasiliense* no Mato Grosso do Sul. Possivelmente esta diferença está relacionada à maior ou menor abundância desses grupos de insetos no local de estudo.

Alguns itens foram pouco representados nos estômagos, como Acari e Mollusca, que foram os itens com menor frequência de ocorrência, também encontrados no conteúdo estomacal de *M. brasiliense* de Nakagaki & Melo (2009) com baixa representatividade e Albertoni *et al.* (2003) também encontrou Mollusca em baixa frequência de ocorrência e não encontrou Acari na dieta de *M. acanthurus*.

Outros crustáceos também estiveram presentes no conteúdo estomacal: Brachiura e Ostracoda. Embora a baixa frequência de ocorrência dos crustáceos, destaca-se a importância desses itens na dieta dos camarões devido à necessidade de carbonato de cálcio para formação de novo exoesqueleto (CARVALHO & COLLINS, 2011), podendo até ocorrer canibalismo devido competição por alimento, espaço e parceiro sexual, como visto para *M. rosenbergii* por Valenti (2007).

O gênero de Brachiura encontrado em alguns estômagos foi *Argulus*, um parasita que se instala na superfície corporal, nadadeiras e brânquias de alguns peixes. Esse parasita pode sobreviver fora do hospedeiro durante vários dias e provavelmente é durante esse período que os camarões ingerem esses animais. Possui ciclo de vida direto, sendo os ovos depositados em substrato (NOGA, 1996).

Nossos resultados verificam um comportamento onívoro dos camarões no Rio Pandeiros, pois se alimentam de plantas, insetos, moluscos, outros crustáceos, dentre diversos itens. Esse mesmo comportamento é visto para outras espécies e gêneros de crustáceos, que também se alimentam de uma grande variedade de alimentos (Chong e Sasekumar, 1981; Collins, 1999; Branco e Junior, 2001; Spanjersberg *et al.*, 2006; Nakagaki & Melo, 2009; Carnevali *et*

al., 2012). Observam-se variações sazonal e entre adultos e jovens no conteúdo estomacal de *Macrobrachium* no Rio Pandeiros.

Não houve diferença entre a frequência relativa do método dos pontos entre o grau de repleção de adultos e jovens para nenhuma das estações e locais, exceto para o item material digerido no local à montante na estação seca. Mas através dos dados de frequência de ocorrência algumas diferenças na alimentação de adultos e jovens, sendo que os itens larva de insetos, Insecta (Ephemeroptera, Coleoptera e Hemiptera), Crustacea (Brachiura) e Acari foram itens exclusivos dos adultos. O item Insecta (Plecoptera) foi mais abundante nos estômagos dos jovens em relação aos adultos.

A diferença na composição dos itens alimentares entre jovens e adultos e a diferença na frequência de ocorrência dos itens de adultos e jovens também pode estar relacionada ao estágio de muda e principalmente ao tamanho da carapaça dos camarões. O tamanho e dureza e das presas podem estar diretamente relacionados com o aumento do tamanho dos camarões que capturam essas presas (OH *et al.*, 2001; SPANJERSBERG *et al.*, 2006).

Não foi observada diferença entre o grau de repleção de machos e fêmeas e foram encontrados os mesmos itens para ambos os sexos, similar aos resultados de Melo & Nakagaki (2013) e Collins (1999) que também não observaram diferença na composição da dieta entre os sexos. Isso provavelmente ocorre porque os ambos os sexos ocupam o mesmo habitat durante a maior parte do ciclo de vida (MELO & NAKAGAKI, 2013), e por isso não houve diferença na alimentação dos mesmos.

## **5 CONCLUSÕES**

Este estudo verificou hábito onívoro dos camarões no rio Pandeiros, alimentando-se de diversos itens alimentares. Este trabalho é pioneiro a respeito

da interferência de um barramento na alimentação de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium*. Embora nossos resultados sejam extremamente importantes para o conhecimento da alimentação das espécies e para futuros trabalhos em relação à hábitos alimentares de camarões de água doce, ainda são necessários estudos sobre esses aspectos para o gênero, para que possamos comparar nossos resultados, e observar se há um padrão na alimentação das duas espécies e outras espécies, para outros locais, e se alterações no ambiente podem ou não interferir na alimentação de *Macrobrachium*. Estudos sobre levantamento faunístico de macroinvertebrados no Rio Pandeiros são de extrema importância para avaliar a riqueza e diversidade dos mesmos, para então saber a disponibilidade desses recursos. Nossos resultados fornecem subsídios para criação de programas de conservação de ambientes aquáticos e das espécies e do gênero estudado, além de fornecer informações importantes sobre o hábito alimentar dessas espécies em ambiente natural.

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como observado nos resultados, a abundância de camarões é muito maior nas regiões à jusante em relação à montante do reservatório, portanto a retirada da barragem nada irá afetar a população de camarões no reservatório, não oferecendo nenhuma perda quanto aos crustáceos no local, e por isso seria interessante a retirada da barragem para estudos posteriores avaliando as populações de camarões nas regiões amostradas, e em regiões aonde os camarões ainda não são encontrados, como nas planícies de inundação. Provavelmente a migração desses camarões para os locais à montante é interrompida pela presença da barragem, e assim, após a retirada poderemos avaliar isso mais precisamente, comparando as populações à montante em relação à presença e retirada da barragem, podendo inferir com mais certeza os

impactos da barragem. Ainda assim, é essencial avaliar os métodos de retirada da barragem, para minimizar ao máximo os impactos negativos principalmente imediatos após esse procedimento de descomissionamento. Assim, podemos concluir que para as populações de camarões, a retirada da barragem pode favorecer na migração desses camarões à montante, visto que há necessidade de novos estudos após a retirada da barragem.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE-LEÓN, A. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. Las mojarra de la Laguna de Términos: Taxonomía, Biología Ecológica y Dinámica Trófica (Pisces: Gerreidae). **Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**, 2: 1-92, 1984.

ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. & ESTEVES, F. A. Overlap of dietary niche and electivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(1): 135-140, 2003.

ALLAN, D. J. Stream ecology: structure and function of running waters. Dordrecht: Kluwer **Academic Publishers**, 388 p, 1985.

ASSIS, J. F. C.; CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhábitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n.2, p.273- 282, 2004.

BRANCO, J.O. AND JUNIOR, H.C.M. Alimentação natural do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(1): 53-61, 2001.

BRANCO, J.O. AND VERANI, J.R. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição,

Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14(4): 1003-1018, 1997.

BRÊTHES, J. F.; G. DESROISIERS & F. COULOMBE. 1984. Aspects de l'alimentation et du comportement alimentaire du crabe-des-neiges, *Chionoecetes opilio* (O. Fabr.) dans le sud-ouest du Golfe de St-Laurent (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** 47(3): 235-244, 1984.

BROOKS, A. **River channel change**. In: Calow, P. & Petts, G.E. (eds.). The rivers handbook, vol. 2. Wiley & Sons, Chichester, UK. 55-75, 1994.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; EGLER, M. Substrate speciicity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 518, p. 179-188, 2004.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SIVLA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. **Editora da Universidade Estadual de Maringá**. Cap. 3, p. 59 – 83, 2003.

CARNEVALI, R. P.; COLLINS, P. A. & NEIFF, A. S. G. P. Trophic ecology of the freshwater prawn, *Pseudopalaemon bouvieri* (Decapoda: Palaemonidae) in Northeastern Argentina, with remarks on population structure. **Revista de Biología Tropical**, 60(1): 305-316, 2012.

CARVALHO, D. A.; COLLINS, P. A. Ontogenetic predation capacity of *Macrobrachium borellii* (Caridea: Palaemonidae) on prey from littoral-benthic communities. **Nauplius**, 19(1): 71-77, 2011.

CARVALHO, F. P. & COUTO, E. C. G. Dieta do siri *Callinectes exasperatus* (Decapoda, Portunidae) no estuário do rio Cachoeria, Ilhéus, Bahia. **UNICiências**, v.14, n.2, 2010.

CHONG, V. C. & SASEKUMAR, A. Food and feeding habits of the white prawn *Penaeus merguensis*. **Marine Ecology Progress Series**, 5(20): 185-191, 1981.

CHOY, S. C. Natural diet and feeding habits of the crabs *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). **Marine Ecology Progress Series**, 31(6): 87-99, 1986.

COLLINS, P. A. Feeding of *Palaemonetes argentinus* (Decapoda: Palaemonidae) from an oxbow lake of the Paraná River, Argentina. **Journal of Crustacean Biology**, 19(3): 485-492, 1999.

DRUMMOND, G. M., C.S. MARTINS, A. B. M. MACHADO, F. A. SEBAIO & ANTONINI, Y.. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p, 2005.

EDMONDSON, W. T. **Fresh-water biology**. Second edition. 1959.

FONTELES-FILHOS, A. A. **Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296p, 1989.

HAEFNER JR., P. A. Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. **J. Crustacean Biol.** 10(2): 236-246, 1990.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their applications. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429, 1980.

IEF-MG. <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/3306-nova-categoria/1768-refugio-estadual-da-vida-silvestre-do-rio-pandeiros> - Acesso em 01/12/2015.

JIMOH, A. A.; CLARKE, E. O.; WHENU, O. O.; ADEOVE, H. B. Food and feeding habits of the African river prawn (*Macrobrachium vollenhovenii*,

Herklots, 1857) in Epe Lagoon, southwest Nigeria. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, 3(1): 10-15, 2011.

JOHNSON N. F. & TRIPLEHORN, C. A. **Borror and De Long's Introduction to the Study of Insects**. 7<sup>th</sup> edition. Belmont, USA. Thomson Brooks, 2004.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, p 157-174, 1998.

KULKA, D. D. Saberes locais sobre o camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) no Povoado de Porto Alegre, Bahia, Brasil. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço-MG, 2009.

MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazona river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, 17(2): 61-79, 2009.

MCLAUGHLIN, P. A.; HEBARD, F. Stomach contents of the Bering Sea King crab. **Bulletin International North Pacific Fisheries Commission**, 5: 5-8, 1961.

MELO, M. S.; NAKAGAKI, J. M. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). **Nauplius** 21(1): 25-33, 2013

MELO, G. A. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Editora Plêiade, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), 1996.

NOGA, E. J. **Fish Disease. Diagnosis and Treatment**. St. Louis: MosbyYear Book, Inc. 367p, 1996.



ODINETZ COLLART, O. & MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum*, na Amazônia Central (Ilha do Carneiro) variando a abundância e do comprimento. **Amazoniana** 3 (4): 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.

PRAKASH, S. & ACARWAL, G. P. A report on food and feeding habits of freshwater prawn, *Macrobrachium choprai*. **Indian J. Fish**, 36 (3): 221 – 226, 1989.

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.** 85pp. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2010.

SPANJERSBERG, G.; ROUX, A. & CAILLE, G. Composición cualitativa de la dieta del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeidae) de Bahía Engaño (Chubut), Argentina. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, 22(1-4): 99-111, 2006.

THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. **Comunidade de Macrófitas Aquáticas.** In: ESTEVES, F. A., Fundamentos em Limnologia, 4. ed. Rio de Janeiro: Interciência. p.461-522, 2011.

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.

WARD, J. V.; TOCKNER, K.; SCHIEMER, F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. **Regulated Rivers: Research & Management**, Chichester, v. 15, no. 1-3, p. 125-139, 1999.

WEAR, R.G. & M. HADDON. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* (Crustacea, Portunidae) around Central and Northern New Zealand. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** **35**:39-49, 1987.

WILLIAMS, M. J. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** **52**:103-113, 1981.

WOOD, P. J., M. D. AGNEW, & G. E. PETTS. Flow variations and macroinvertebrate community responses in a small groundwater-dominated stream in southeast England. **Hydrological Processes** **14**:3133-3147, 2000.