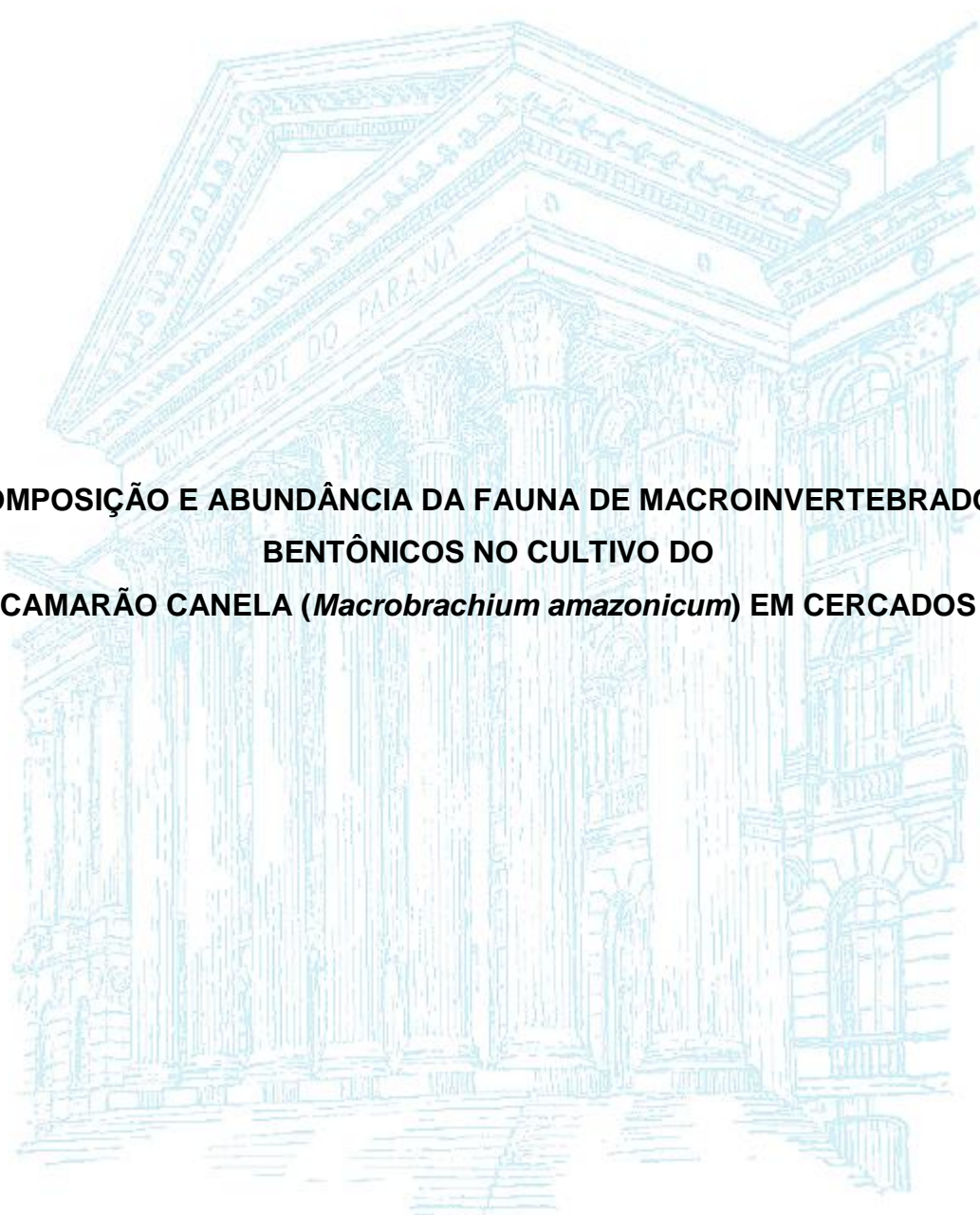


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FABRÍCIO MARTINS DUTRA



**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS NO CULTIVO DO
CAMARÃO CANELA (*Macrobrachium amazonicum*) EM CERCADOS**

**PALOTINA-PR
2013**

FABRÍCIO MARTINS DUTRA



**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS NO CULTIVO DO
CAMARÃO CANELA (*Macrobrachium amazonicum*) EM CERCADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Portz
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Yara Moretto

**PALOTINA-PR
2013**



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação Zoologia



TERMO DE APROVAÇÃO

FABRICIO MARTINS DUTRA

“Composição e Abundância da Fauna de Macroinvertebrados Bentônicos no Cultivo do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) em Cercados”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. LEANDRO PORTZ (Orientador)

Professora Dra. ROBERTA BORDA SOARES
Membro Externo

Professor Dr. EDUARDO LUIS CUPERTINO BALLESTER
Membro Interno

Curitiba, 22 de Fevereiro de 2013

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia/UFPR
Setor de Ciências Biológicas - Departamento de Zoologia
Caixa Postal 19020 - CEP 81531-980 - Curitiba - Paraná
Telefone/FAX +55 (041) 3361-1641**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, por todas as oportunidades, saúde e força de vontade que tem me dado durante a construção deste trabalho.

Aos meus pais (Leil Dutra de Oliveira e Maria da Conceição Martins Dutra) e irmão (Dirley Martins Dutra), que mesmo estando longe, me apoiaram nas horas em que pensei em fraquejar.

A minha segunda família de Toledo (Damares Saragosa, Marildo da Sila, Elvis Saragosa da Silva e Jonathan Saragosa da Silva[†]), pelo apoio que me deram sem cobrar nada em troca, quando aqui cheguei.

Aos meus amigos e colegas do pesque pague BIG PEIXE, que me acolheram em momentos difíceis, possibilitando assim minha permanência na região.

Aos colegas e funcionários da Universidade Federal do Paraná – *Campus* Palotina, por todo apoio ao trabalho.

Ao Carlos Piovesan e família, pelo apoio durante a construção do trabalho e elucidação deste conhecimento.

As pessoas que tiveram presentes em coletas, triagens..., enfim, todo o trabalho sujo: Welliton França, Willian Franco, Ademir Heldt, Pedro Gusmão, Vinicius Pimenta, Thiago Zart, Leidilaine Peixer, Katia Briesch, Késia Azevedo, Fernanda Duarte, Mayla Walbrink, Ricardo Della Giustina, Marta Custódio, Samaila Pujarra e aos motoristas da UFPR-*Campus* Palotina.

A Prof.^a Dr.^a. e Co-orientadora Yara Moretto que gentilmente me cedeu local para realização das triagens nada agradáveis. Bem como, mão de obra de seus orientados.

Aos professores de longa data pelo apoio logístico, intelectual, estatístico e de incentivo: Dr. Eduardo Luiz Cupertino Ballester, Dr.^a. Ana Tereza Bittencourt Guimarães e Dr. César Ademar Hermes.

Aos queridos e queridas amigas que me atrapalhavam em momentos de estudo, me levando para confraternizações não esperadas.

Ao seletto grupo de Mestrandos em Zoologia/2011, do qual faço parte. Por incansáveis discussões, churrascos, diversões e brigas!

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

E agradeço por ultimo, e especialmente, ao orientador, mestre e amigo Dr. Leandro Portz, pela confiança, ensinamentos, preciosos conselhos, paciência e apoio. A você meus agradecimentos por tantos anos de trabalho e a minha imensa admiração.

É melhor atirar-se à luta em busca de dias melhores, mesmo correndo o risco de perder tudo, do que permanecer estático, como os pobres de espírito, que não lutam, mas também não vencem, que não conhecem a dor da derrota, nem a glória de ressurgir dos escombros. Esses pobres de espírito, ao final de sua jornada na Terra não agradecem a Deus por terem vivido, mas desculpam-se perante Ele, por terem apenas passado pela vida.

“Robert Nesta Marley”

RESUMO

Diversos trabalhos científicos que abordam o comportamento alimentar de camarões demonstraram que mesmo em sistemas de produção com oferecimento de alimentação exógena, os macroinvertebrados representa uma parte significativa da dieta destes animais. O objetivo do presente estudo foi avaliar a pressão imposta à comunidade de macroinvertebrados bentônicos decorrente da presença de *Macrobrachium amazonicum*, em cultivo de cercados. O estudo foi realizado em viveiros escavados, durante 60 dias. Foram montados nove cercados circulares com área de fundo de 10 m². Seis destes cercados foram estocados com camarões em uma densidade de 10 indivíduos/m², com peso inicial médio de 0,63±0,17 g e comprimento médio de 4,28±0,34 cm. O delineamento foi inteiramente randomizado, compostos por três tratamentos com três repetições: Tratamento Controle (sem presença de camarões nos cercados), Tratamento sem ração e tratamento com ração (35% PB). A cada 10 dias, durante o período experimental foram aferidas variáveis de qualidade de água, biometria dos camarões para avaliar os índices zootécnicos e coletadas amostras de sedimento de cada cercado (três amostras para análise de macroinvertebrados e uma para análise granulométrica). Os resultados indicaram que a qualidade da água se manteve adequada para a biologia da espécie. Os índices zootécnicos não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) para peso, comprimento total e sobrevivência. As análises de macroinvertebrados apresentou diferença significativa ($P<0,05$) para abundância total em D₁₀, para Oligochaeta em D₄₀ e D₆₀ e para Polymitarcyidae entre os TSR e TRC. As frações granulométricas do solo não apresentaram significância ($p>0,05$) para areia grossa, lama e matéria orgânica durante o período experimental e entre os tratamentos. De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que o desempenho zootécnico dos camarões não é influenciado pelo fornecimento de ração durante 60 dias experimentais e que a comunidade bentônica apresenta variações na abundância decorrentes da presença dos camarões.

Palavras-chave: produção, cultivo em cercado, cultivo de camarões.

ABSTRACT

Research about prawn feeding behavior has demonstrated that even in culture systems with provision of artificial feed benthic invertebrates represents an important component of prawn's diet. The aim of the present study was to investigate the results of the presence *Macrobrachium amazonicum* juveniles reared in pens over the macro invertebrate benthic community. The work was carried out in an earthen pond during 60 days. Nine circular pens with a bottom area of 10 m² were deployed in the pond, in six randomly chosen pens juvenile prawns (0,63±0,17 g and 4,28±0,34 cm) were stocked at a density of 10 individuals/m². Three treatments with three replicate pens were evaluated,: Control Treatment – pens without praws; Feeding treatment – where prawns were fed with an artificial diet (35% CP) and Non feeding treatment – where prawns had only the natural food items available to consume. Water quality factors were measured every ten days and at the same dates 10 shrimp were collected from the pens to record their weight and size, after measures prawns were returned to their respective pens. Sediment samples were also collected to evaluate the benthic community and granulometry. The results indicated that water quality factors evaluated were within the suitable range for fresh water prawns rearing. Prawns survival and growth were not significant different between treatments ($p>0,05$). For the granulometric fractions there were also no significant differences ($p>0,05$) during the experimental period. Among the macro invertebrate community significant differences were determined ($P<0,05$) for total abundance at day 10, for Oligochaeta at days 40 and 60 and for Polymitarcyidae between NFT and FT. Based on these results we concluded that, at the experimental conditions, praws performance was not affected by the provision of artificial diet and the macro invertebrate benthic community was affected due to the presence of praws.

Keywords: production, pen cultivation, prawns culture.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
ÁREA DE ESTUDO	14
REFERÊNCIAS.....	16

Composição e abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos no cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) em cercados.

RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1. Desenho experimental	23
2.2. Biometria dos camarões.....	25
2.3. Macroinvertebrados bentônicos	25
2.4. Análise de sedimento.....	26
2.5. Monitoramento da qualidade de água	27
2.6. Análise estatística	27
3. RESULTADOS.....	28
3.1. Monitoramento do crescimento dos camarões	28
3.2. Monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos.....	30
3.3. Composição granulométrica	37
4. DISCUSSÃO	39
4.4. Variáveis de qualidade de água	39
4.1. Monitoramento do crescimento do camarão	39
4.2. Monitoramento da comunidade bentônica e alimentação natural	40
4.3. Composição sedimentar.....	42
5. CONCLUSÃO	42
6. REFERÊNCIAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Palotina na Mesorregião Oeste do Paraná. 15

Composição e abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos no cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) em cercados.

Figura 1 - Área de instalação das unidades experimentais (A), Processo de montagem das unidades experimentais (B, C e D) e Unidades experimentais montadas (E e F). 25

Figura 2 - Imagem do coletor de Petersen utilizado na coleta de sedimento durante o período experimental. 25

Figura 3 - Procedimento de triagem dos macroinvertebrados bentônicos. 26

Figura 4 - Média do peso corporal e do comprimento do corporal (\pm D.P.) de *M. amazonicum* criado em sistema de cercados durante 60 dias (TSR = tratamento sem ração, TCR = tratamento com ração). Os valores descritos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos. 29

Figura 5 - A abundância média (indivíduos/m² = \log^{x+1}) de macroinvertebrados bentônicos durante o cultivo em cercados para o tratamento controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 32

Figura 6 - Abundância (indivíduos/m²) de Oligochaeta durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 33

Figura 7 - Abundância (indivíduos/m²) de Glossiphoniidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 34

Figura 8 - Abundância (indivíduos/m²) de Ceratopogonidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 35

Figura 9 - Abundância (indivíduos/m²) de Chironomidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 36

Figura 10- Abundância (indivíduos/m²) de Polymitacyidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR).

LISTA DE TABELAS

Composição e abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos no cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) em cercados.

- Tabela 1 - Média e desvio padrão para peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), comprimento corporal inicial (CCI), comprimento corporal final (CCF), sobrevivência, conversão alimentar (CV) e biomassa total de *M. amazonicum* nos tratamentos sem ração (TSR) e no tratamento com ração (TCR), durante 60 dias. 29
- Tabela 2 - Média e desvio padrão (\pm D.P.) das variáveis limnológicas nos tratamentos controle (TRC), tratamentos sem ração (TSR) e tratamentos com ração (TCR) durante 60 dias. 30
- Tabela 3 - Composição total da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (n) e sua frequência de ocorrência (%) no tratamento controle (TRC), tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR). 31
- Tabela 4 - Composição granulométrica (%) do sedimento entre o tratamento controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR): avaliação da fração de seixos (SEI), grânulo (GRA), areia muito grossa (AMG), areia grossa (ARG), areia média (ARM), areia fina (ARF), areia muito fina (AMF), lama (LAM) e matéria orgânica (M.O.) durante o período experimental. 38

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente diversas atividades antrópicas têm exercido uma profunda e normalmente, negativa influência sobre os organismos aquáticos, presente dos menores aos maiores corpos hídricos. Alguns efeitos negativos são devidos aos poluentes, enquanto outros estão associados às mudanças na hidrologia, modificações no hábitat, extrativismo desordenado e alterações das fontes de energia das quais depende a biota aquática (Araújo, 1998).

Dentre os fatores acima mencionados, Routledgei (2010) trata a aquicultura como um setor que pode incrementar a produção sem agravar a atual situação da exploração dos estoques pesqueiros no ambiente, em conjunto com a conservação ambiental, o manejo sustentável, o tratamento e a destinação correta dos efluentes, a valorização dos pescadores enquanto permite o suprimento de alimento da crescente demanda mundial.

O *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) é conhecido popularmente nas regiões de ocorrência como: camarão amazônico, camarão sossego, camarão canela e/ou camarão cascudo. A criação em cativeiro reforça o apelo ambiental através de repovoamentos dos ambientes naturais, a fim de incrementar o reforço da captura, decorrente da exploração desenfreada da pesca. Além disso, o seu rápido crescimento, fácil manejo e rusticidade, e também a larga distribuição regional, faz com que *M. amazonicum* assuma importância social, econômica e ambiental nos estados onde ocorre (Silva et al., 2007).

Portanto, o *M. amazonicum*, se apresenta como a espécie mais adequada, por ser largamente distribuída, tanto em regiões tropicais como subtropicais. Apresenta ocorrência na Guiana, Guiana Francesa, Bolívia, Suriname, Venezuela, Peru, Equador, Colômbia, Brasil, Paraguai e Argentina. Sua distribuição inclui todas as principais bacias hidrográficas da América do Sul (Maciel e Valenti, 2009). Apresenta desenvolvimento longo, ovos de tamanho pequeno e numerosos. As larvas são livre-natantes e passam por 9 estágios larvais (Guest, 1979). Por apresentar acentuado valor nutritivo e gastronômico, detém excelente aceitação nos mercados internacionais (Damasceno, Andrade e Stamfords, 2009).

No Brasil, a espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* é a única cultivada em escala comercial e sua produção, em 2008, foi estimada em 250 toneladas (FAO, 2010). Por outro lado, o cultivo de espécies nativas de camarões de água doce tem se tornado uma tendência, como a produção de *M. nipponense* na China (Kutty e Miao, 2010), e *Macrobrachium malcolmsonii*, na Índia (Kutty e Valenti, 2010). Essa prática evita possíveis problemas causados pela introdução de espécies exóticas no ambiente (Bridger e Garber, 2002). Entretanto, no Brasil, as pesquisas com espécies nativas, iniciou-se a partir do ano 2.000, através de um programa de pesquisa multidisciplinar e multi-institucional, para o desenvolvimento de um pacote tecnológico para o cultivo de *M. amazonicum* (Moraes-Valenti & Valenti, 2010).

A necessidade de conservação das espécies nativas é decorrente da exploração intensiva e indiscriminada dos estoques naturais, o que causa diminuição e conseqüentemente extinção dos organismos explorados. De acordo com Ribeiro (2009) a capacidade suporte não permite a captura intensiva e ininterrupta dos estoques nativos.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) (2009) “cerca de grande parte dos recursos pesqueiros mundiais estão sobre explorados, em declínio ou se recuperando do declínio e que a preservação tem sido tradicionalmente conduzida através de programas de repovoamento”. Segundo o IBAMA (2009) nos termos da Instrução Normativa, programas de repovoamento são aqueles que contemplam diversos aspectos dos ecossistemas que se deseja manejar. Art 3º - O repovoamento/soltura de organismos aquáticos, que trata o caput do Art 1º - Só poderá ser executado quando destinado a atender as seguintes ocorrências de:

- I – Sobre exploração dos recursos;
- II – Eventos extraordinários;
- III - Falha no recrutamento por eventos extraordinários;
- IV – Perda de variabilidade genética da população;
- V – Necessidade de recomposição da biodiversidade;
- VI – Necessidade de manutenção da biodiversidade.

Hoje já se sabe que uns dos maiores entraves para o sucesso dos processos de repovoamento de organismos aquáticos está na falta de conhecimento da inter-relação dos organismos e o habitat, e os possíveis efeitos decorrentes da soltura excessiva de animais em relação à cadeia trófica, entre outros (Vitule, 2009).

Dentro do contexto acima, ambiente semi-controlados podem ser utilizados com o objetivo de esclarecer questões de ordem ecológica e biológica, pois neste tipo de sistema é possível quantificar a entrada e saída do aporte de energia e não existem as restrições em relação à amostragem no que se referem às variabilidades temporal e espacial que surgem nos ambientes naturais (Moss 2002).

Com base em diversas artigos científicos que descrevem o comportamento alimentar de camarões, sabe-se que mesmo em sistemas de cultivo com oferecimento de alimentação exógena, a alimentação natural abrange uma parte significativa da dieta de camarões marinhos. Anderson, Parker & Lawrence (1987) estimaram que entre 53 e 77% do crescimento em crustáceos foi devido ao pastoreio, ou seja, a alimentação natural no substrato dos ambientes aquáticos. Segundo Soares et al. (2004) descrições de conteúdo estomacal indicaram que entre os alimentos naturais disponíveis, entre eles, a fauna bentônica é uma importante fonte de alimento nos viveiros de camarão.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é um importante componente do sedimento de rios e lagos, sendo fundamental para a dinâmica de nutrientes e transformação de matéria em fluxo energético. Além disso, perfazem umas das principais e fundamentais fontes alimentares para a fauna aquática, colaborando de forma direta com a dinâmica ecológica (Rosa et al., 2009).

Neste contexto, o presente estudo tem o intuito de avaliar a pressão imposta à comunidade de macroinvertebrados bentônicos decorrente da presença do *M. amazonicum*, em ambientes semi-controlados, e avaliar a influência do arraçoamento no crescimento do camarão.

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma propriedade privada em viveiros escavados, abastecido por meio de fonte de água natural, localizado no Município de Palotina, Estado do Paraná - Brasil.

O município se localiza no Extremo-Oeste do Paraná, 24°12'00"S – 53° 50'30"O, a uma altitude de 332 metros; Mesorregião Oeste Paranaense (Figura 01). Possui 28.692 habitantes (IBGE, 2010) e uma área de 64.743 hectares.

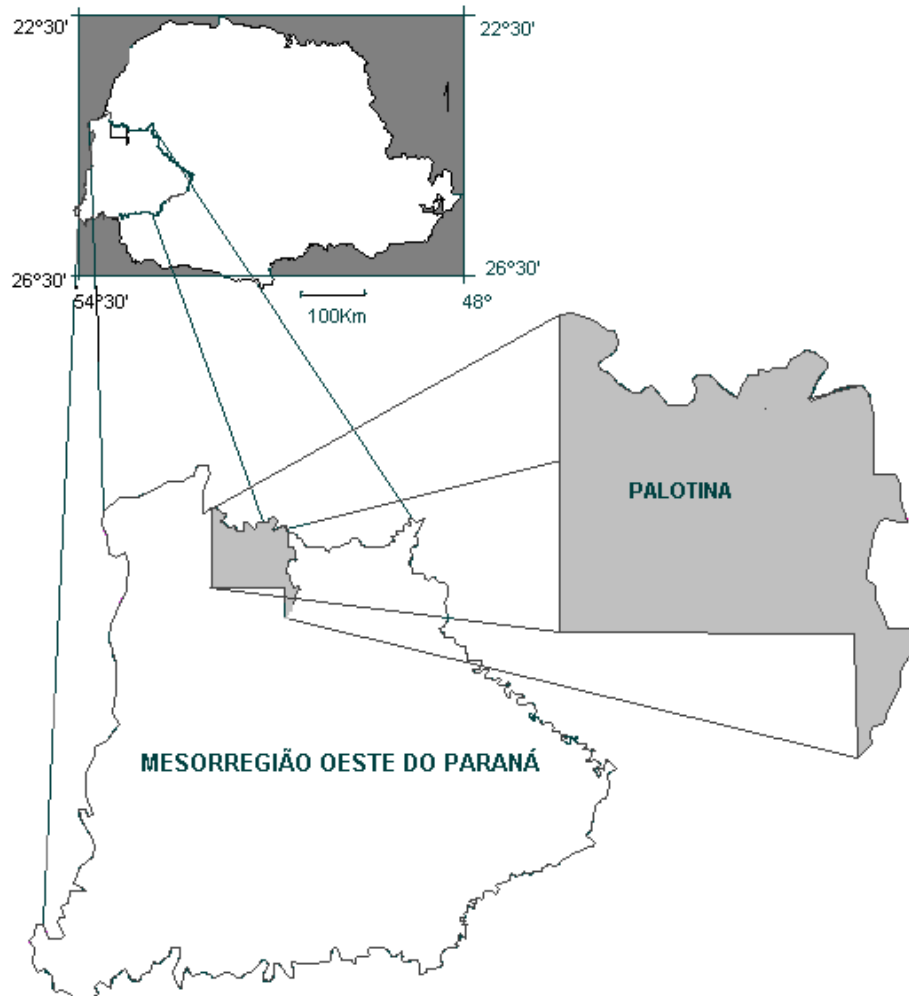


Figura 1 – Localização do município de Palotina na Mesorregião Oeste do Paraná.

Fonte: PARANÁ (2004)

Elaboração: Diane Belusso, 2006.

Quanto à base física ambiental, se ressalta o clima subtropical, apresentando verões quentes e invernos frios ou amenos. Com ocorrência de geadas em períodos mais frios (IPARDES, 2004).

Segundo Falvo (1997) Palotina é drenada por seis rios principais, sendo estes: Rio São Pedro, Rio Azul, Rio Pioneiro, Rio Santa Fé, Rio São Camilo e Rio Piquiri. Este último é uma importante bacia de drenagem hidrográfica, pois faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraná, ambiente onde há presença da espécie *Macrobrachium amazonicum*.

REFERÊNCIAS

Anderson, R. K; Parker, P. L; Lawrence, A. 1987. A $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tracer study of the utilizations of present feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growont system. **J. World Aquac. Soc.** 18,148-155.

Araújo, F. G. 1998. adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Rev. Brasil. Biol.**, 58(4): 547-558.

BRASIL. 2009. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa Nº 10 de 22 de maio de 2009. Normas e procedimentos para repovoamento/soltura com organismos aquáticos, autóctones, em águas continentais. **Diário Oficial da União**.

BRASIL. 2001. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional (IBGE)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/d...>>.

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

Damasceno, K. S. F. S. C; Andrade, S. A. C; Stamford, T. L. M. 2009. Aproveitamento do resíduo de camarão. **B.CEPPA**, Curitiba, v.27, n.2. p.213-224.

Falvo, G. 1997. **Inventário Ambiental de Palotina**, Curitiba.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. FIGIS – Fisheries Statistics – **Aquaculture**. Disponível em:<<http://www.fao.org>>.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. 2009. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 176 p.

Guest, W. C. 1979 Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, **Amsterdam**, 37(2): 141-152.

Kutty, M. N. 2005. Towards sustainable freshwater prawn aquaculture – lessons from shrimp farming, with special reference to India. ***Aquaculture Research***, 36: 255-263.

Kutty, M. N.; Valenti, W. C. 2010. **Culture of other freshwater prawn species**. In: New, M. B.; Valenti, W. C.; Tidwell, J. H.; D'Abramo, L. R.; Kutty, M. N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.

Maciel, C. R; Valenti, W. C. 2009. Biology, Fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*; **A Review. *Nauplius***. 17 (2):61-79.

Mooss, S. M. 2002. Dietary importance of microbes and detritus in penaeid shrimp aquaculture. In: LEE, C-S & P O'BRYEN (eds.) **Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems**. The world Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.

Moraes-Valenti, P.; Valenti, W. C. 2010. **Culture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum***. In: New, M. B.; Valenti, W. C.; Tidwell, J. H.; D'Abramo, L. R.; Kutty, M. N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.

PARANÁ – **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. 2004. *Leituras Regionais*, Curitiba.

Ribeiro, E. M. 2009. **Isolamento e caracterização parcial dos genes beta-actina e miosina de cadeia pesada do camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis***. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Depto. De Eng. de Pesca, Fortaleza.

Rosa, L. C; Freitas, U; Niencheski, L. F. H. 2009. Macrofauna associada a um cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* (Bone, 1931), no estuário da lagoa dos Patos (Sul do Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 13(2):25-29.

Routledge, E. A. B; ; Zanette, G. B; Freitas, L. E. L; Ferreira, F. M, Lima, E. C. 2010. **Ações e desafios para consolidação das políticas de P,D&I em pesca e aqüicultura.** In: Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Brasília. 17 p.

Silva, M. C. N; Frédou, F; Filho, J. S. R. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) da ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. Amazônia: **Ci. & Desenv.** Belém, v. 2, n. 4.

Soares, R; Peixoto, S; Bemvenuti, C; Wasielesky, W. D'incão, F; Murcia, N; Suita, S. 2004. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil). **Aquaculture.** 239, 199-2015.

Vitule, J. R. S. 2009. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. **Neotropical Biology and Conservation**, 4(2):111-122.

Composição e abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos no cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) em cercados.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a pressão imposta à comunidade de macroinvertebrados bentônicos decorrente da presença de *Macrobrachium amazonicum*, em cultivo de cercados. O estudo foi realizado em viveiros escavados, durante 60 dias. Foram montados nove cercados circulares com área de fundo de 10 m². Seis destes cercados foram estocados com camarões em uma densidade de 10 indivíduos/m², com peso inicial médio de 0,63±0,17 g e comprimento médio de 4,28±0,34 cm. O delineamento foi inteiramente randomizado, compostos por três tratamentos com três repetições: Tratamento Controle (sem presença de camarões nos cercados), Tratamento sem ração e tratamento com ração (35% PB). A cada 10 dias, durante o período experimental foram aferidas variáveis de qualidade de água, biometria dos camarões para avaliar os índices zootécnicos e coletadas amostras de sedimento de cada cercado (três amostras para análise de macroinvertebrados e uma para análise granulométrica). Os resultados indicaram que a qualidade da água se manteve adequada para a biologia da espécie. Os índices zootécnicos não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) para peso, comprimento total e sobrevivência. As análises de macroinvertebrados apresentou diferença significativa ($P<0,05$) para abundância total em D₁₀, para Oligochaeta em D₄₀ e D₆₀ e para Polymitarcyidae entre os TSR e TRC. As frações granulométricas do solo não apresentaram significância ($p>0,05$) para areia grossa, lama e matéria orgânica durante o período experimental e entre os tratamentos. Desta forma, podemos concluir que o desempenho zootécnico do *M. amazonicum* nesta condição experimental não é influenciado pelo fornecimento da ração e que a presença de camarões afeta diretamente a abundância da comunidade bentônica.

Palavra-chaves: relação trófica, cultivo em cercado, composição bentônica, *Macrobrachium amazonicum*.

Composition and abundance of macroinvertebrates benthic fauna in pen culture of prawns (*Macrobrachium amazonicum*)

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the results of the presence *Macrobrachium amazonicum* juveniles reared in pens over the macro invertebrate benthic community. The work was carried out in an earthen pond during 60 days. Nine circular pens with a bottom area of 10 m² were deployed in the pond, in six randomly chosen pens juvenile prawns (0,63±0,17 g and 4,28±0,34 cm) were stoked at a density of 10 individuals/m². Three treatments with three replicate pens were evaluated,: Control Treatment – pens without praws; Feeding treatment – where prawns were fed with an artificial diet (35% CP) and Non feeding treatment – where prawns had only the natural food items available to consume. Water quality factors were measured every ten days and at the same dates 10 shrimp were collected from the pens to record their weight and size, after measures prawns were returned to their respective pens. Sediment samples were also collected to evaluate the benthic community and granulometry. The results indicated that water quality factors evaluated were within the suitable range for fresh water prawns rearing. Prawns survival and growth were not significant different between treatments ($p>0,05$). For the granulometric fractions there were also no significant differences ($p>0,05$) during the experimental period. Among the macro invertebrate community significant differences were determined ($P<0,05$) for total abundance at day 10, for Oligochaeta at days 40 and 60 and for Polymitarcyidae between NFT and FT. Based on these results we concluded that, at the experimental conditions, praws performance was not affected by the provision of artificial diet and the macro invertebrate benthic community was affected due to the presence of praws.

Key Word: trophic relation, culture pen, benthic composition and *Macrobrachium amazonicum*.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é o setor de produção animal que mais cresce atualmente (FAO, 2010), por incrementar a produção em conjunto com a conservação ambiental, o manejo sustentável e a valorização dos pescadores enquanto permite o suprimento de alimento da crescente demanda mundial (Routledgei, 2010).

O Brasil possui várias espécies nativas com grande potencial para a exploração para aquicultura. No entanto, a grande maioria delas necessita de uma série de aportes científicos e tecnológicos (Ostrensky, Borghetti e Soto, 2008).

O camarão *Macrobrachium amazonicum* é a espécie nativa com maior potencial para cultivo, sendo amplamente consumida pelas populações Amazônicas e regiões do semi-árido do nordeste do Brasil (Moraes-Valenti et al., 2010), devido a sua ampla distribuição, crescimento rápido e fácil manutenção em cativeiros (Valenti, 1985). Seu comprimento e peso podem alcançar até 16 cm e 30 g respectivamente (Valenti, 2003). Decorrente de sua grande abundância, ampla distribuição geográfica e importância biológica e econômica, vêm sendo a espécie de camarão de água doce mais explorada pela pesca artesanal no Brasil (Maciel e Valenti, 2009).

O cultivo em cativeiro do *M. amazonicum* reforça o apelo ambiental, decorrente da diminuição da exploração desenfreada causada pela pesca, além do seu rápido crescimento, fácil manejo e rusticidade, possuindo também larga distribuição regional, assumindo importância social, econômica e ambiental nos ambientes aonde ocorrem (Silva et al., 2007). Estes camarões apresentam acentuado valor nutritivo e gastronômico e detém excelente aceitação nos mercados internacionais (Damasceno et al., 2009). Além disso, representam um dos principais

produtos da pauta de exportações nacionais, oriundos da pesca na região norte do Brasil (Silva et al., 2008).

Pesquisas sobre o comportamento alimentar de camarões, demonstram que mesmo em sistema de produção em cativeiro com oferecimento de alimentação exógena, a alimentação natural representa uma parte significativa da dieta destes animais. Anderson et al. (1987) estimaram que entre 53 e 77% do crescimento em crustáceos foi devido ao pastoreio, ou seja, a alimentação natural no substrato dos ambientes aquáticos. Segundo Shishehchian e Yusoff (1999) descrições de conteúdo estomacal indicaram que entre os alimentos naturais disponíveis, a fauna bentônica é uma importante fonte de alimento nos viveiros de camarão.

Segundo Moss (2002), ambientes semi-controlados podem ser utilizados com o objetivo de esclarecer questões de ordem ecológica e biológica, pois neste tipo de sistema é possível quantificar a entrada e saída do aporte de energia e não existem as restrições em relação a amostragem no que se refere às variabilidade temporal e espacial que surgem nos ambientes naturais.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é um importante componente do sedimento de rios e lagos, sendo fundamental para a dinâmica de nutrientes e transformação de matéria em fluxo energético (Rosa et al., 2009). Perfazendo umas das principais e fundamentais fontes alimentares da fauna aquática, colaborando de forma direta com a dinâmica ecológica (Rosa et al., 2009).

Os macroinvertebrados bentônicos compreendem um grupo de organismos aquáticos com tamanhos a partir de 1 mm (Day et al, 1989). A maioria deles pertencem aos filos Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes, englobando uma grande variedade de espécie que são encontradas em quase todos os tipos de habitat de água doce sob diferentes condições ambientais (Eaton, 2003).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a pressão imposta à comunidade de macroinvertebrados bentônicos decorrente da presença de *Macrobrachium amazonicum*, em cultivo de cercados. Considerando que a espécie apresenta comportamento semelhante ao desempenhado em ambientes naturais, tem-se como hipótese: I) que a presença do camarão ocasionará redução na abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos; II) e que ocorrerá aumento do peso e do comprimento dos camarões nos tratamentos com ração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em viveiros escavados, abastecido por meio de fonte de água natural, localizado na cidade de Palotina, Paraná, Brasil (24° 16' 53.97''S 53°50'24.61''O). As pós-larvas de *M. amazonicum* utilizadas no experimento foram doados pelo Laboratório de Carcinicultura de Água Doce do Centro de Aquicultura da CAUNESP, da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.

2.1. Desenho experimental

Foram utilizados nove cercados circulares de malha 5 mm e 10 m² de área de fundo, fixados no fundo do viveiro, em uma área total de 0,6 ha e 1,47 m de profundidade média (Figura 1). O experimento teve duração de 60 dias e os juvenis de *M. amazonicum* foram estocados com peso médio de 0,63±0,17 g e comprimento médio de 4,28±0,34 cm em uma densidade de 10 camarões/m². O delineamento foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos e três repetições: TSR - tratamento sem ração; TCR - tratamento com ração e TRC - tratamento controle

(sem estocagem de camarão). Em cada cercado, foram retiradas três amostras iniciais de sedimento para análise da abundância e composição da comunidade bentônica e análise granulométrica do sedimento.

Durante o período experimental os animais do tratamento TCR receberam alimentação suplementar comercial duas vezes ao dia, através da ração comercial para camarões peletizada (Guabi[®] Potimar), com 35% de proteína bruta, sendo fornecida diariamente em uma taxa de arraçoamento equivalente a 10% da biomassa total, em dois períodos do dia (11:00 e 16:00 h). A cada dez dias foram realizadas biometrias dos camarões, coleta de água e coleta de sedimento para avaliação quantitativa e qualitativa de macroinvertebrados e da granulometria.



Figura1: Área de instalação das unidades experimentais (A), processo de montagem das unidades experimentais (B, C e D) e unidades experimentais já montadas (E e F).

2.2. Biometria dos camarões

A cada 10 dias, foram coletados 10 camarões de cada tratamento com auxílio de um puçá, sendo aferido peso úmido e comprimento total de cada indivíduo. A partir da introdução dos animais nos cercados (D_0 ; D_{10} ; D_{20} ; D_{30} ; D_{40} ; D_{50} ; D_{60}). Após a biometria os camarões foram devolvidos aos seus respectivos tratamentos.

2.3. Macroinvertebrados bentônicos

A amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos inicial foi realizada no primeiro dia experimental, antes da estocagem dos animais (D_0) e antes das amostragens biométricas dos camarões (D_{10} ; D_{20} ; D_{30} ; D_{40} ; D_{50} ; D_{60}). Três amostras de sedimento foram retiradas de cada tratamento, com auxílio de um coletor de Petersen com área de $0,04 \text{ m}^2$ (Figura 2).



Figura 2: Imagem do coletor de Petersen utilizado na coleta de sedimento durante o período experimental.

A comunidade bentônica foi pré-triada em um sistema de peneiras granulométricas com diferentes tamanhos de malha (2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm, 0,25 mm). Após a pré-triagem foram encaminhados ao Laboratório de Ecologia, Pesca e Ictiologia da Universidade Federal do Paraná – *Campus Palotina* (LEPI-UFPR), para triagem, contagem e identificação em microscópio estereoscópico (Figura 3). Os animais foram conservados em álcool 70 % e a identificação foi realizada de acordo com as chaves taxonômicas de Pérez (1988) e Mugnai et al., (2010).



Figura 3: Procedimento de triagem dos macroinvertebrados bentônicos.

2.4. Análise de sedimento

Foram retiradas, a cada 10 dias, uma amostra de sedimento de cada tratamento com auxílio do coletor de Petersen, para determinação do conteúdo de matéria orgânica e da granulometria do sedimento.

Após a secagem (em temperatura ambiente), as amostras foram pesadas e levadas a uma mufla de incineração a 600 °C por 3 horas e novamente pesadas para determinação da porcentagem de matéria orgânica do sedimento. A análise

granulométrica foi realizada de acordo com Suguio (1973) utilizando-se a escala de Wentworth (1922).

2.5. Monitoramento da qualidade de água

Para a caracterização limnológica foram realizadas amostragens das variáveis dentro e fora dos cercados, em profundidade média de um metro, a cada 10 dias. Foram analisadas as seguintes variáveis limnológicas: oxigênio dissolvido, temperatura da água e pH, obtidas com o auxílio de um aparelho Multiparâmetros portátil (Oxímetro Hanna HI 9146 e pHmetro PHTEK 100); e a transparência da água através do disco de Secchi.

As amostras de água foram estocadas em garrafa de polietileno com capacidade para 1 litro em ambiente refrigerado e encaminhada para o Laboratório de Nutrição, Bromatologia, e Qualidade de Água para Organismos Aquáticos da Universidade Federal do Paraná - *Campus* Palotina (UFPR), onde foram determinadas as concentrações de nitrito segundo Mackereth et al. (1978), amônia (Koroleff, 1976), alcalinidade e dureza, conforme Walker (1987).

2.6. Análises estatísticas

Para a análise estatística, os dados foram submetidos à verificação da normalidade através dos testes de Shapiro-Wilk e homogeneidade entre as variâncias através do teste de Levene. Quando estes dois pressupostos foram atendidos, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A ANOVA foi utilizada para identificar variações significativas na abundância dos organismos bentônicos (\log^{x+1}), na textura do sedimento e na porcentagem de matéria orgânica do sedimento entre os locais (local X tempo) e

tratamentos (Tratamento sem alimentação, tratamento com alimentação, tratamento controle x tempo), através do software de Statistica 7.0 (Statsoft Inc, 2004).

A análise estatística para comparação dos índices zootécnicos foi realizada apenas nos tratamentos com e sem ração e para tal foi utilizando o teste T – Student ($p < 0,05$) para peso (g), comprimento (cm) e sobrevivência final (%).

3. RESULTADOS

3.1. Monitoramento do crescimento dos camarões

Durante todo o período experimental não foram encontradas variações significativas ($p > 0,05$) para peso e comprimento médio dos camarões entre os tratamentos (Figura 4). No final do período experimental, a média de peso e comprimento foi de $4,83 \pm 1,03$ g e $8,44 \pm 0,51$ cm para o TSR e de $4,43 \pm 0,93$ g e $8,03 \pm 0,43$ cm para o TCR. A sobrevivência também não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 1). As variáveis limnológicas se mantiveram adequadas para a biologia da espécie e estão sumarizadas na Tabela 2.

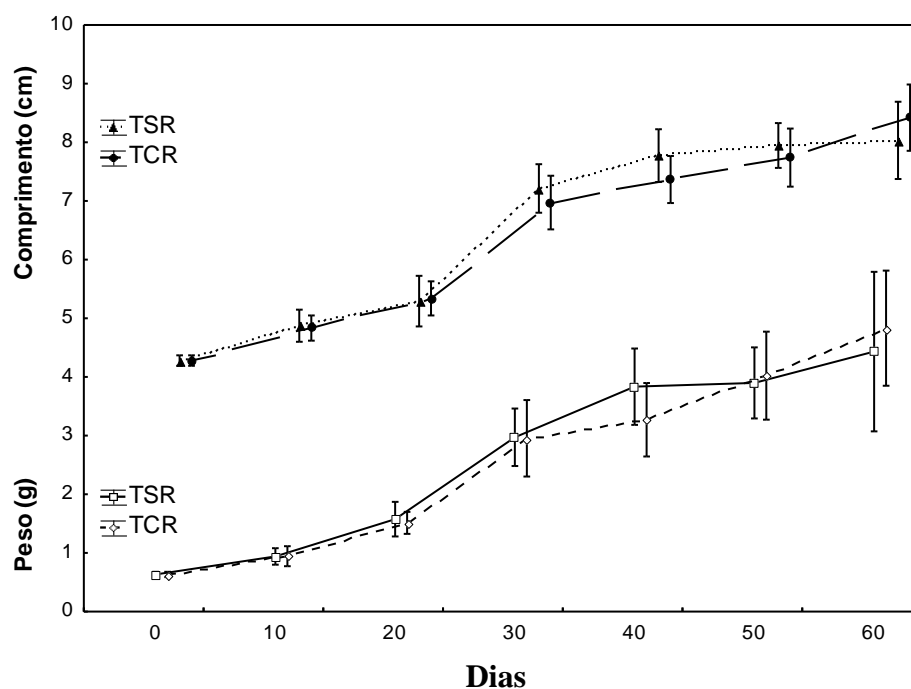


Figura 4: Média do peso corporal e do comprimento do corporal (\pm D.P.) de *M. amazonicum* criado em sistema de cercados durante 60 dias (TSR = tratamento sem ração, TCR = tratamento com ração). Os valores descritos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 1: Média e desvio padrão para peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), comprimento corporal inicial (CCI), comprimento corporal final (CCF), sobrevivência, conversão alimentar (CV) e biomassa total de *M. amazonicum* nos tratamentos sem ração (TSR) e no tratamento com ração (TCR), durante 60 dias.

Tratamentos	PCI (g)	PCF (g)	CCI (cm)	CCF (cm)	Sobrevivência (%)	CA (g)	Biomassa total (g)
TSR	0,63 \pm 0,05*	4,43 \pm 0,93	4,28 \pm 0,14	8,03 \pm 0,43	80 \pm 9,6	-	352,97 \pm 48,79
TCR	0,63 \pm 0,05	4,83 \pm 1,03	4,28 \pm 0,14	8,42 \pm 0,51	73 \pm 3,5	1,5:1	354,20 \pm 16,96

*Valores médios (\pm D.P.) não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 2: Média e desvio padrão (\pm D.P.) das variáveis limnológicas nos tratamentos controle (TRC), tratamentos sem ração (TSR) e tratamentos com ração (TCR) durante 60 dias.

Variáveis	Tratamentos		
	TRC	TSR	TCR
Temperatura H ₂ O	28,90 \pm 2,18	28,90 \pm 2,23	29,00 \pm 2,29
Profundidade (cm)	1,47 \pm 0,02	1,47 \pm 0,00	1,47 \pm 0,01
Transparência (cm)	28,95 \pm ,3,47	28,95 \pm ,3,45	28,95 \pm ,3,46
pH	7,60 \pm 0,76	7,60 \pm 0,75	7,60 \pm 0,72
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,85 \pm 2,02	5,92 \pm 1,80	6,04 \pm 1,80
Alcalinidade (meq/L)	25,31 \pm 13,65	25,31 \pm 13,65	25,31 \pm 13,65
Dureza (mg/L)	22,39 \pm 9,51	22,39 \pm 9,51	22,39 \pm 9,51
Nitrito (mg/L)	0,021 \pm 0,016	0,021 \pm 0,016	0,021 \pm 0,016
Amônia (mg/L)	0,062 \pm 0,103	0,062 \pm 0,103	0,062 \pm 0,103

3.2. Monitoramento dos macroinvertebrados bentônicos

No total foram registrados 164.350 indivíduos/m² para a macrofauna bentônica estudada (Tabela 3). A análise da composição revelou a presença de cinco ordens principais (Rhynchobdellida, Mesogastropoda, Ephemeroptera, Odonata e Diptera) e uma classe (Oligochaeta). Dentro destas ordens foram identificadas 8 famílias (Glossiphoniidae, Ceratopogonidae, Chaoboridae, Chironomidae, Polymitarcyidae, Gomphidae, Libellulidae e Ampullariidae).

Tabela 3: Composição e abundância total da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (n) e sua frequência de ocorrência (%) o tratamento controle (TRC), tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR).

TÁXON	OCORRÊNCIA DA COMUNIDADE BENTÔNICA ENTRE TRATAMENTO							
	TRC		TSR		TCR		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
ANNELIDA								
RHYNCHOBDELLIDA								
Glossiphoniidae	300	0.18	175	0.11	175	0.11	650	0.40
Oligochaeta*	27825	16.93	50800	30.91	63850	38.85	142475	86.69
ARTHROPODA								
DIPTERA								
Ceratopogonidae	300	0.18	150	0.09	100	0.06	550	0.33
Chaoboridae	150	0.09	50	0.03	25	0.02	225	0.14
Chironomidae	7100	4.32	6025	3.67	4100	2.49	17225	10.48
EPHEMEROPTERA								
Polymitarcyidae	2975	1.81	75	0.05	50	0.03	3100	1.89
ODONATA								
Gomphidae	25	0.02	-	-	-	-	25	0.02
Libellulidae	25	0.02	-	-	-	-	25	0.02
MOLLUSCA								
MESOGASTROPODA								
Ampullariidae	50	0.03	25	0.02	-	-	75	0.05
TOTAL	38750	23.58	57300	34.86	68300	41.56	164350	100.00

* Classificação até classe

Oligochaeta foi o táxon de maior ocorrência e abundância total (86,69%) entre os tratamentos, enquanto para os demais táxons a abundância total foi menos expressiva, como observado para Chironomidae (10,43%), Polymitarcyidae (1,89%), Glossiphoniidae (0,40%), Ceratopogonidae (0,33%) e Chaoboridae (0,14%). Ampullariidae ocorreu apenas nos TRC e TSR, sendo responsável por 0,05% da abundância total. Gomphidae e Libellulidae ficaram restritas apenas ao TRC (0,04%) (Tabela 3).

Os valores médios de abundância, em geral, não foram significativos ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo do período de experimento. A exceção foi para o TCR após 10 dias (D_{10}) experimentais ($p < 0,05$). Nos demais períodos experimentais as diferenças não foram significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Figura 5).

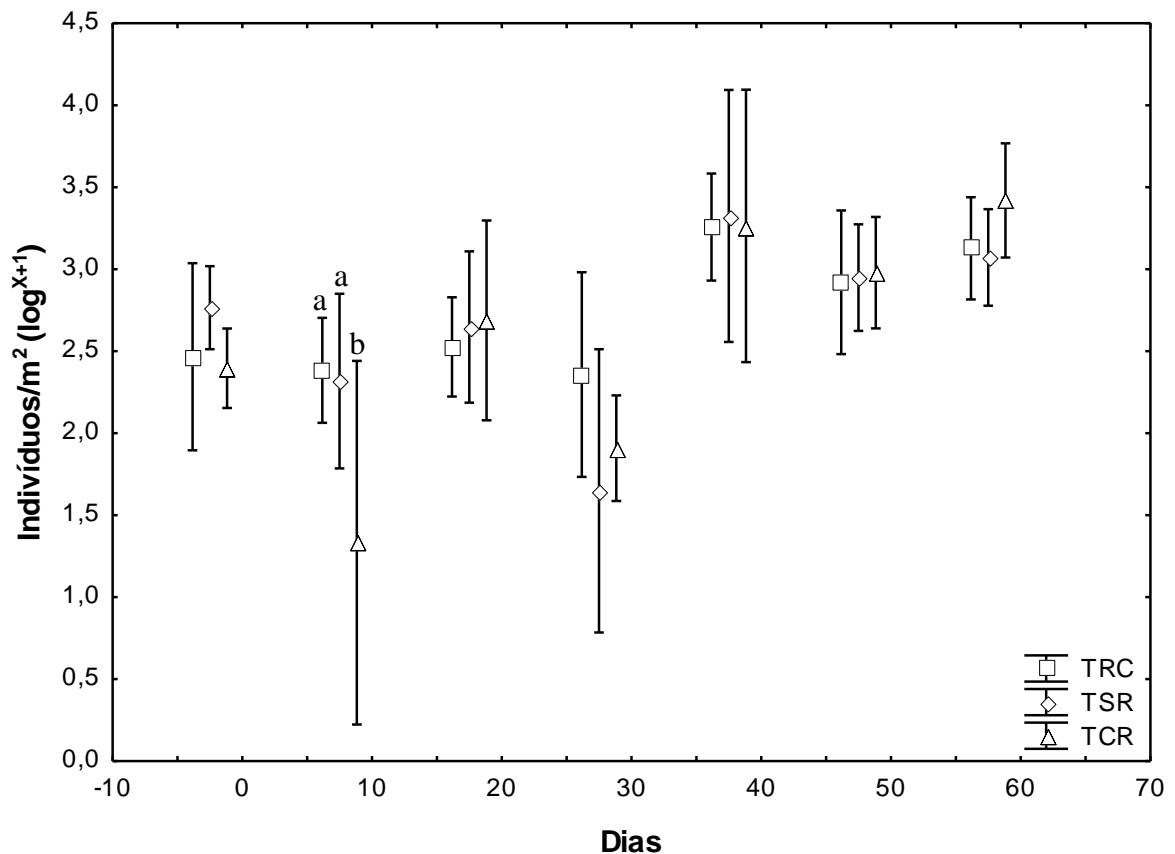


Figura 5: A abundância média (indivíduos/m² = log^{x+1}) de macroinvertebrados bentônicos durante o cultivo em cercados para o tratamento controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR).

As famílias Ampullariidae, Chaoboridae, Gomphidae e Libellulidae não foram consideradas para a análise, devido à sua baixa abundância. Todas as outras famílias foram contadas e analisadas separadamente entre os tratamentos. No entanto, a comparação entre a abundância total de cada táxon foi verificada individualmente entre os tratamentos e ao longo do tempo.

A classe Oligochaeta ocorreu em todos os tratamentos (Tabela 3) e foi a mais abundante atingindo densidades acima de 5.000 indivíduo/m² em D₄₀. A abundância para esta classe não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo do tempo, mas apresentou significância ($p < 0,05$) entre os

tratamentos dentro de cada tempo, sendo representativa nos tratamentos no período D₄₀ e D₆₀ (Figura 6).

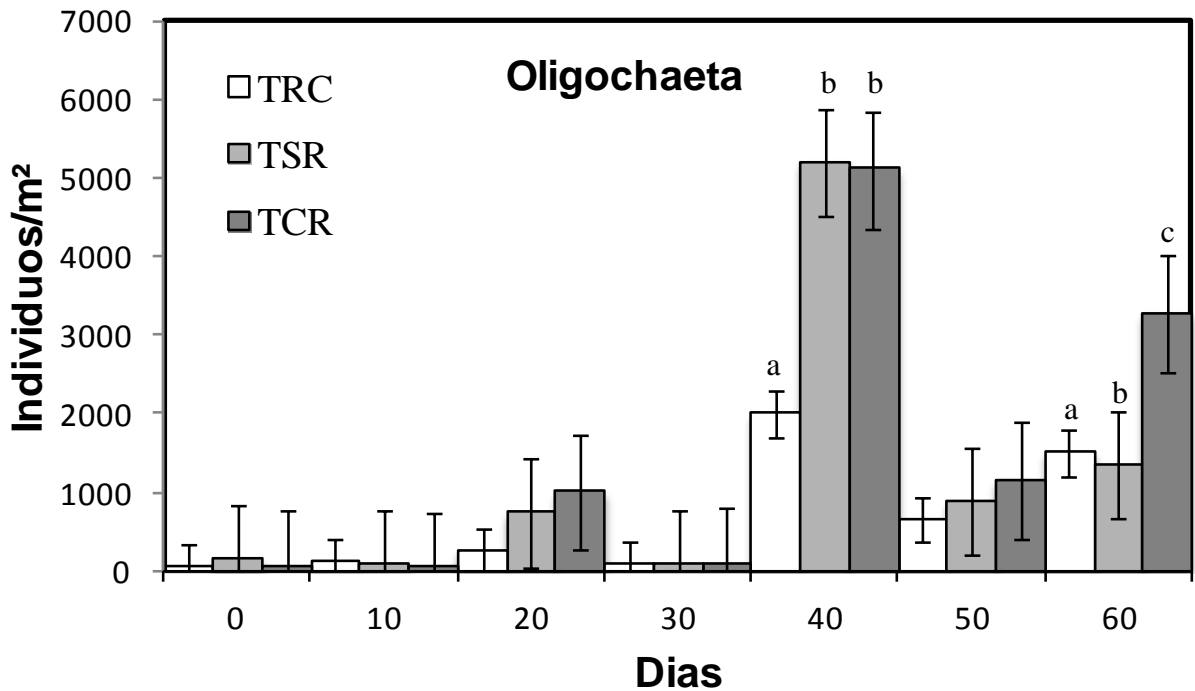


Figura 6: Abundância (indivíduos/m²) de Oligochaeta durante o período experimental (dias) entre o tratamento controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR).

A abundância da Família Glossiphoniidae não foi influenciada significativamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo do tempo. No entanto, o teste de variância para detecção de diferenças significativas, entre os tratamentos dentro de cada tempo, não foi realizado devido a ausência dessa família em determinados períodos do experimento (Figura 7).

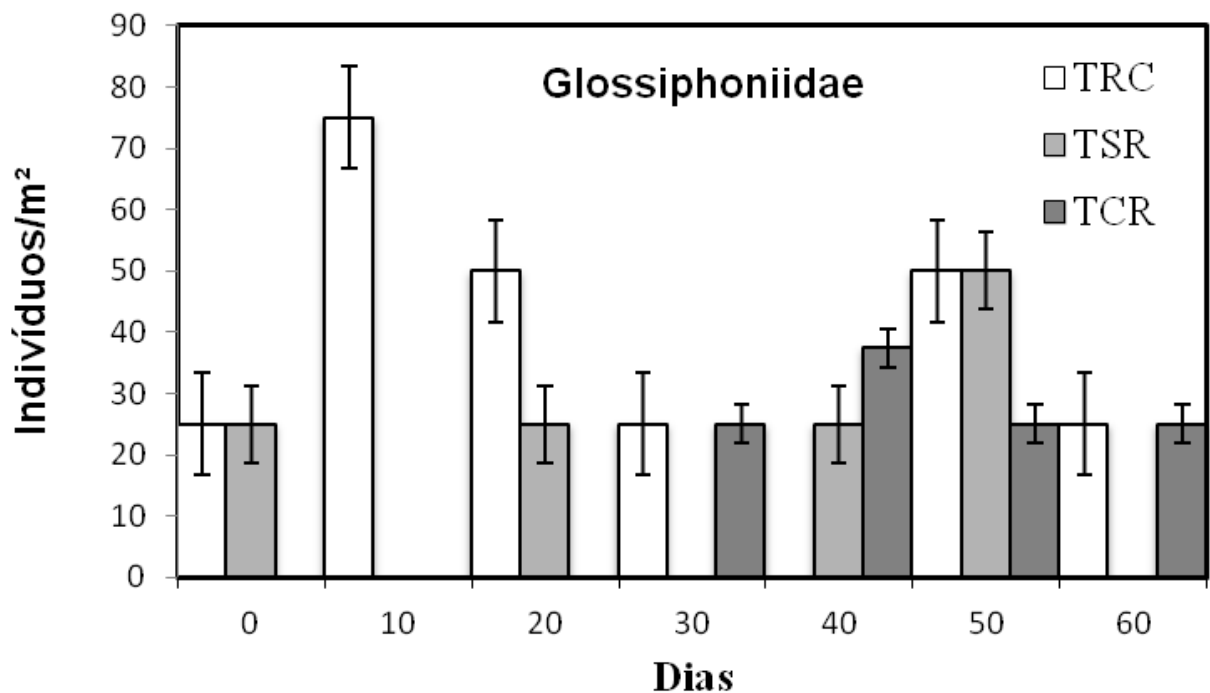


Figura 7: Abundância (indivíduos/m²) dos Glossiphoniidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR).

A Família Ceratopogonidae não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) para a abundância entre os tratamentos ao longo do tempo. Por outro lado, não foi possível verificar a significância ($p < 0,05$) entre o tratamento dentro de cada tempo, devido à ausência de indivíduos dessa família nas amostras de determinados períodos experimentais. Entretanto, nota-se que esta ausência está bem marcada nos tratamentos com camarões, independente da presença de ração, após o período experimental D₃₀ até D₆₀ (Figura 8).

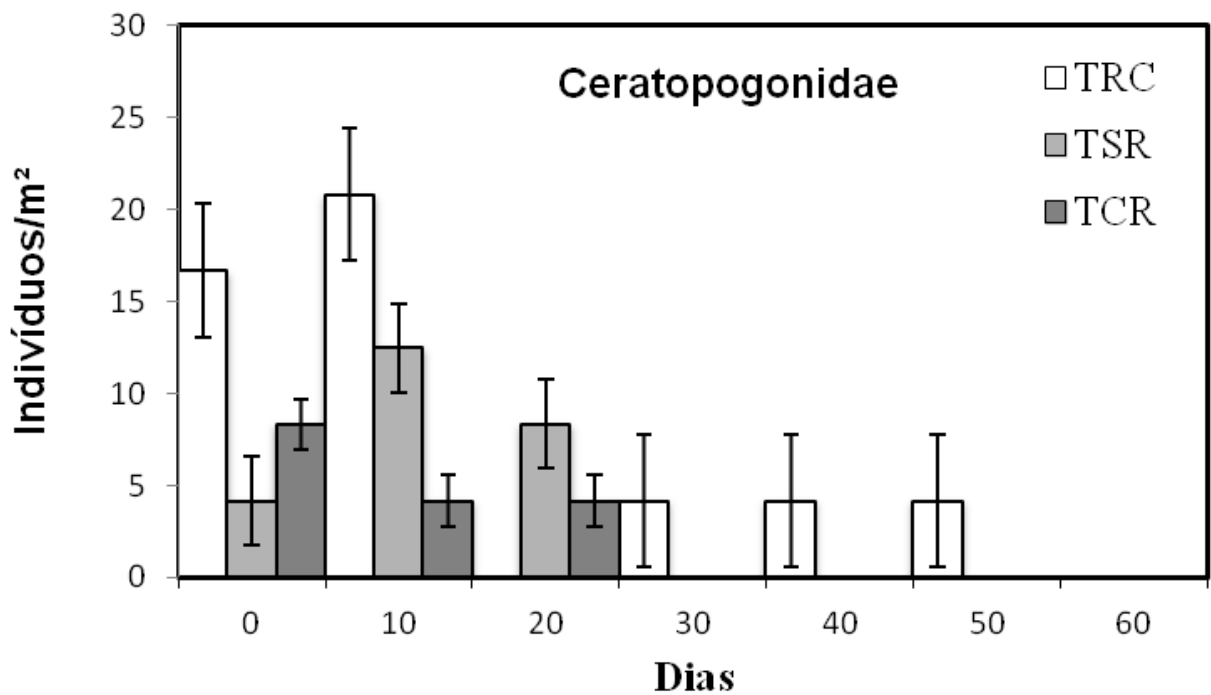


Figura 8: Abundância (indivíduos/m²) do Ceratopogonidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR).

A família Chironomidae teve ocorrência em todos os tratamentos (Tabela 3) e foi a segunda família mais abundante em número de indivíduo/m². No entanto, a abundância de Chironomidae não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo do tempo e dentro de cada tempo (Figura 9).

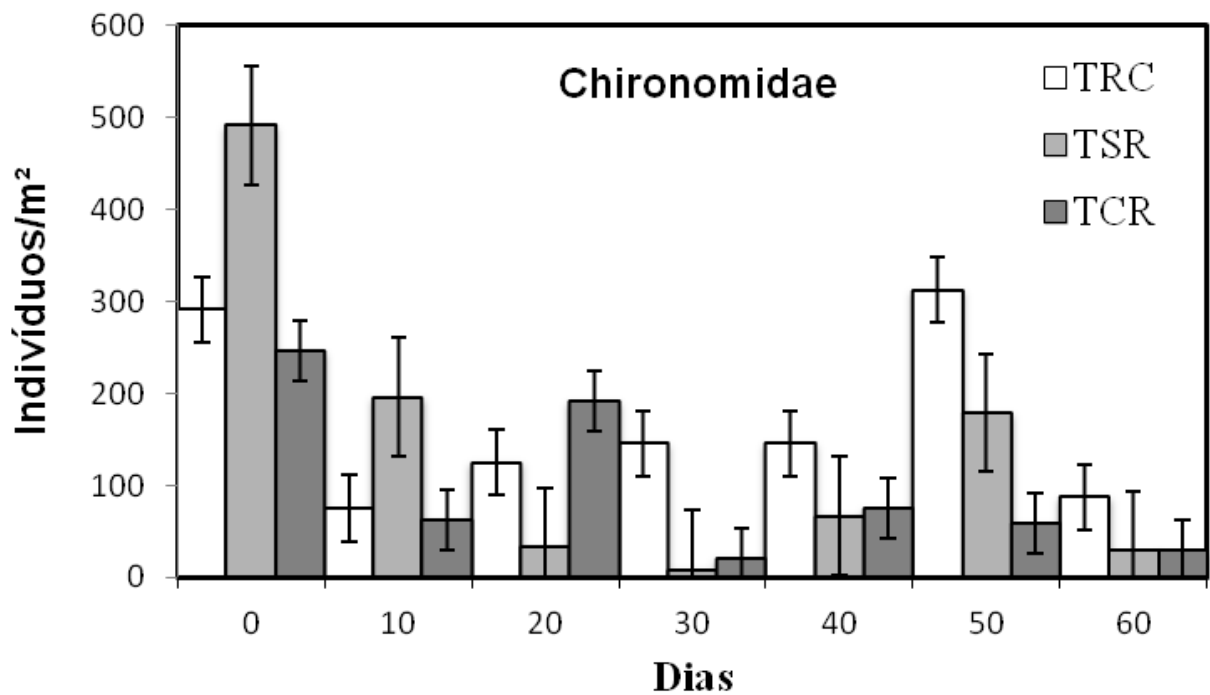


Figura 9: Abundância (indivíduos/m²) do Chironomidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e tratamento com ração (TCR).

Para a Família Polymitarcyidae verificou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os TSR e TCR ao longo do tempo. No entanto, para os tratamentos dentro de cada tempo, não foi possível testar a significância devido à ausência de indivíduos em alguns períodos experimentais. Por outro lado, nota-se que a abundância dessa família foi maior no TCR (Figura 10).

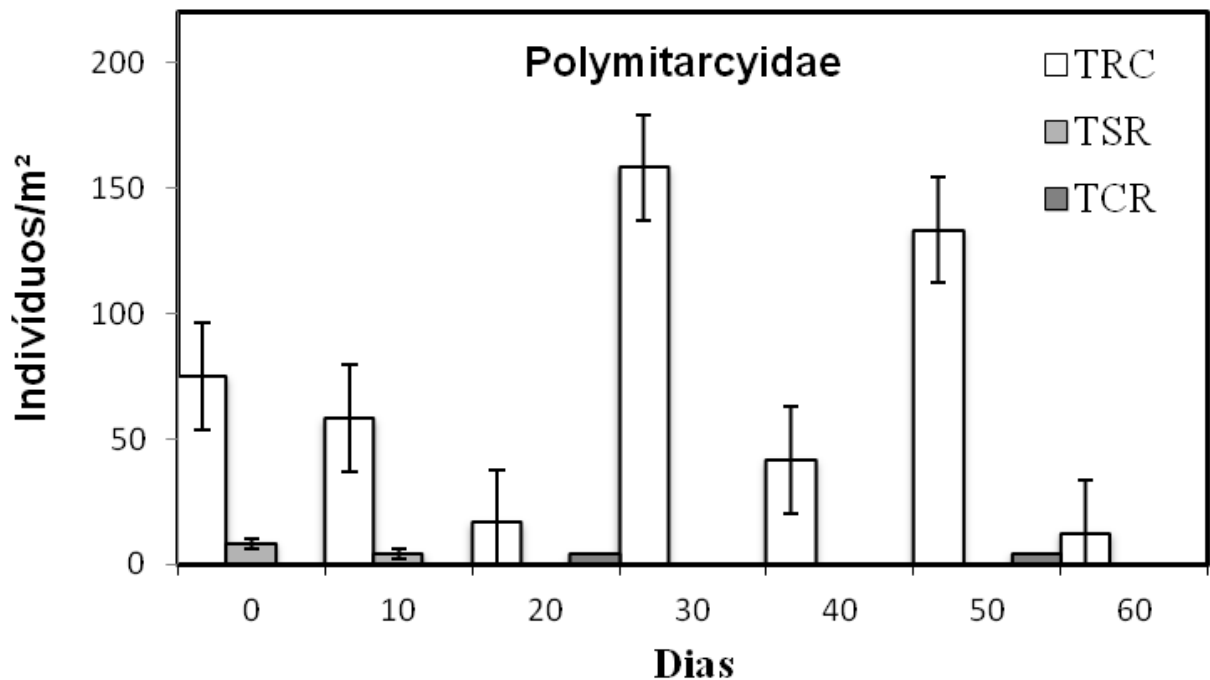


Figura 10: Abundância (indivíduos/m²) do Polymitarcyidae durante o período experimental (dias) entre os tratamentos controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR).

3.3. Composição granulométrica

O substrato areno-lodoso, apresentou predomínio de sedimento arenoso. Entretanto, as frações granulométricas do solo oscilaram durante o período experimental, apresentando diferenças estatísticas, para quase todas as frações ao longo do período experimental, sendo a fração de areia grossa e matéria orgânica as únicas a não apresentar diferença significativa ($p > 0,05$). Entre os tratamentos, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para areia média, lama e matéria orgânica, as demais frações apresentam diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4: Composição granulométrica (%) do sedimento entre o tratamento controle (TRC), o tratamento sem ração (TSR) e o tratamento com ração (TCR): avaliação da fração de seixos (SEI – 4,0 mm), grânulos (GRA – 2,0 mm), areia muito grossa (AMG – 1,0 mm), areia grossa (ARG - 0,5 mm), areia média (ARM – 0,250 mm), areia fina (ARF – 125 mm), areia muito fina (AMF – 0,62 mm), lama (LAM - <0,62) e matéria orgânica (M.O.) durante o período experimental.

granulometria/tratamento	DIAS						
	D0	D10	D20	D30	D40	D50	D60
SEI %							
TRC	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,07±0,12	0±0
TSR	0±0	0±0	0±0	0±0	0,21±0,36	0±0	0±0
TCR	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0,50±0,75	0±0
GRA %							
TRC	3,17±3,31	6,07±6,68	6,64±0,81	2,38±0,51	0,63±0,68	0,28±0,11	0,89±0,61
TSR	2,41±1,31	2,33±1,91	6,23±0,42	2,48±2,03	0,96±0,60	0,07±0,10	0,92±0,63
TCR	2,34±1,60	1,30±0,30	2,73±2,43	2,48±1,21	0,76±0,52	1,70±1,43	1,39±0,42
AMG %							
TRC	15,74±9,36	14,07±2,73	14,29±1,30	10,18±0,99	7,41±2,83	5,98±0,99	7,97±3,52
TSR	11,16±3,05	12,68±4,50	12,91±1,74	10,74±2,87	5,67±1,77	3,76±0,72	7,86±2,76
TCR	13,48±4,10	12,41±1,11	6,63±4,88	10,54±1,40	5,92±2,36	9,54±4,16	8,71±2,72
ARG %							
TRC	13,06±2,89	9,86±2,69	10,99±0,36	14,15±2,73	13,36±3,69	12,50±1,39	11,97±3,37
TSR	10,68±2,86	9,80±0,59	10,13±1,35	12,18±2,50	10,63±3,16	9,26±2,38	11,65±1,52
TCR	11,18±2,24	9,12±1,00	8,04±2,79	12,58±1,50	11,71±2,89	14,44±4,58	11,81±2,08
ARM %							
TRC	9,93±0,57	7,44±1,72	9,03±0,64	7,53±5,03	11,76±1,44	11,53±0,54	10,51±2,31
TSR	10,32±3,7	8,90±2,80	8,36±0,83	10,63±2,51	10,56±3,10	9,72±2,86	10,54±0,93
TCR	9,24±1,82	7,97±1,37	9,31±2,05	10,96±1,30	13,15±1,35	13,99±3,65	10,99±1,46
ARF %							
TRC	11,11±2,91	9,29±1,42	10,67±1,29	10,48±0,53	11,20±0,94	11,58±0,61	11,14±1,75
TSR	12,61±3,74	12,42±3,99	10,05±0,97	11,85±2,92	13,73±0,75	12,31±2,11	11,62±0,98
TCR	10,64±2,02	11,59±3,31	12,30±1,76	12,41±1,55	15,96±4,45	14,55±2,00	13,25±2,72
AMF %							
TRC	17,62±0,77	25,94±4,21	15,82±1,17	14,64±1,51	15,51±2,11	17,62±2,50	17,31±3,59
TSR	18,67±3,40	25,94±9,51	16,65±0,92	15,14±3,29	20,81±4,37	21,08±4,43	16,72±2,81
TCR	17,38±3,79	30,59±4,22	19,74±3,81	15,97±0,89	18,21±2,53	15,73±4,79	17,35±3,74
LAM %							
TRC	18,50±12,19	14,45±8,42	17,41±2,28	22,57±1,80	22,73±3,00	24,83±1,43	26,42±8,48
TSR	21,53±9,37	16,72±2,54	19,97±1,61	23,12±4,69	24,29±5,00	29,49±5,39	27,05±3,55
TCR	21,59±12,00	14,84±2,81	27,44±8,82	22,12±2,67	22,00±4,24	18,56±8,45	23,67±4,75
M.O. %							
TRC	10,35±3,56	16,13±0,45	12,92±1,84	13,23±0,19	16,17±4,61	13,51±2,56	12,65±0,81
TSR	11,83±2,91	10,77±0,98	15,56±3,30	13,01±2,16	11,43±1,60	11,99±2,20	12,13±1,37
TCR	12,99±1,77	10,74±0,91	12,24±3,86	11,75±1,01	10,95±1,89	9,52±2,61	11,86±1,61

Os dados representam os valores médios (\pm D.P.).

4. DISCUSSÃO

4.1. Variáveis limnológicas

As variáveis limnológicas se mantiveram dentro da faixa adequada para a biologia da espécie *M. amazonicum*. De acordo com Sampaio et al. (2007) esta espécie é encontrada em águas com temperatura variando de 27,5 a 31°C, com oxigênio dissolvido de 4,6 a 6,1 mg/L e pH de 7,4 a 8,4. Timmons et al. (2002) recomendaram níveis de amônia total menor que 3 mg/L e Nitrito menor que 1mg/L em aquicultura de águas quentes. New (2002) recomendam a faixa de 20 a 60 mg/L de CaCO₃ para *M. rosenbergii* e transparência de 25 a 60 cm.

4.2. Monitoramento do crescimento do camarão

O crescimento dos camarões não diferiu significativamente entre os tratamentos para o peso e comprimento, contrariando a hipótese inicial de maior ganho em peso e comprimento no tratamento com ração. Rodrigues (2011) avaliando a alimentação natural e alimentação natural + alóctone, durante oito meses no cultivo do *M. rosenbergii* em viveiros escavados e com densidade de estocagem de 10 camarões/m², observou ganho de peso próximo ao encontrado no atual trabalho (4,84±1,19 g e 7,01±0,03 g). Correia et al. (2002) observaram aumento significativo no crescimento do *M. rosenbergii* em viveiros, através da alimentação natural.

Vários trabalhos têm confirmado que o alimento natural pode sustentar o crescimento do camarão por várias semanas com pequena ou nenhuma entrada de alimentação suplementar. Lanari et al. (1989) verificaram para *Marsupenaeus*

japonicus cultivados em lagoas com baixas densidades de estocagem ($<10/m^2$) um crescimento independente da entrada de alimento alóctone. Preto et al. (2008) avaliaram o crescimento do *M. amazonicum* alimentado de diferentes formas, constatando peso final de $6,8\pm 0,1$ g para alimentação a lanço e de $7,2\pm 0,3$ g para alimentação com bandeja.

A sobrevivência dos camarões, no presente estudo, foi maior do que a sugerida por Wichins e Lee (2002), que relatam 40 a 60 % de sobrevivência em cultivos semi-intensivos em viveiros escavados para o gênero *Macrobrachium*. Valores próximos ao encontrado no presente estudo, foram encontrados por Souza et al. (2009) em trabalho de policultivo com *M. amazonicum* e *Oreochromis niloticus*. Ao passo que Preto et al. (2008) verificaram sobrevivência média de 85,8 % com alimentação artificial.

4.3. Monitoramento da comunidade bentônica

De acordo com os resultados obtidos, observou-se uma clara redução na abundância de algumas espécies de macroinvertebrados durante o período experimental e entre os tratamentos. Oligochaeta e Chironomidae foram os táxons mais abundantes e de maior ocorrência, pois estiveram presentes em todos os tratamentos e ao longo do tempo. De acordo com Fusari (2006) Chironomidae e Oligochaeta são grupos de macroinvertebrados que se destacam na fauna bentônica em ambientes lênticos, entretanto sua grande abundância pode estar relacionada à capacidade e estratégia de escape a predação. Bemvenuti (1987) afirmou que estrategicamente a macrofauna de invertebrados mantém densidades elevadas através de mecanismos de escape à predação, como por exemplo, a capacidade de enterramento.

Apesar da predominância de Oligochaeta e Chironomidae, considerados por Callisto et al. (2005) como bioindicadores de má qualidade de água, no presente estudo, foi registrada a presença da Polymitarcyidae que é uma família altamente sensível e, portanto, intolerante às condições de elevada trofia (Silva, 2007) nos ecossistemas aquáticos.

Polymitarcyidae e Ceratopogonidae apresentaram maior abundância principalmente nos tratamentos sem camarões, podendo indicar processos de predação ou perturbação do sedimento, ocasionado pelo pastoreio. Karr (1999) descreveu que processos de perturbação severa nos sistemas aquáticos conduzem a perda da sustentabilidade da vida bentônica, com a completa eliminação dos organismos aquáticos nestes ambientes.

Outros estudos demonstraram que organismos bentônicos predados diminuem sua abundância com o período de cultivo, provavelmente devido à pressão imposta pelos camarões (Shishehchian e Yusoff 1999, Soares et al. 2004). Além disso, a manipulação experimental de populações de peixes invertíveros mostrou que a biomassa e as taxas de produção de macrofauna bentônica foram reduzidas severamente com o aumento da pressão de predação (Kajak, 1970).

Glossiphoniidae esteve presente em todos os tratamentos e ao longo do tempo, porém em baixa densidade. Silva et al. (2009) descreveram baixa abundância dessa família no reservatório de captação de água do rio Batalha-SP (profundidade de 0,60 a 2,00 m). Fagundes e Shimizu (1997) observaram que Glossiphoniidae tende a dominar áreas onde há influxos de matéria orgânica e baixos níveis de oxigênio, corroborando desta com os resultados encontrados no presente estudo.

As famílias Ampullariidae, Chaoboridae, Gomphidae e Libellulidae apresentaram baixa abundância entre os tratamentos e ao longo do tempo. Baixa abundância desses grupos também foi descrita em represas e lagoas em processo de eutrofização (Rocha, 1972; Lewis, 1977; Oliveira, 1985 e Rocha, 1999).

4.4. Composição sedimentar e fauna bentônica

De acordo com o presente estudo foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na fração sedimentar durante o período experimental e entre os tratamentos. Clark et al. (1997) afirmaram que a associação de macroinvertebrados bentônicos podem ser influenciadas pela características físicas dos diferentes tipos de substratos encontrados em ambientes aquáticos.

Segundo Uieda e Gajardo (1996) a composição do sedimento pode ser um fator importante para a manutenção da comunidade bentônica, por proporcionar alimentação e abrigo. Soares et al. (2004) mencionaram que a ação predatória dos camarões sobre os invertebrados bentônicos, podem também perturbar o substrato pelo revolvimento do mesmo.

Allan (2007) descreveu que mesmo em substratos com partículas menores do que 1mm são observados a fixação de pequenos invertebrados que servem como alimento. Soares et al. (2004) mencionam que a matéria orgânica em cultivos é normal e resultante da decomposição de matéria orgânica proveniente da alimentação exógena, processo metabólico e excreção do camarão.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram que o desempenho zootécnico de *M. amazonicum* cultivado em densidades de 10 camarões/m², em áreas com

elevada disponibilidade de macrofauna bentônica (composição descrita), podem ser cultivado sem adição de ração por 60 dias.

Foi possível observar ao final do experimento, presença de fêmeas em processo reprodutivo (ovígeras), para os tratamentos com fornecimento de ração. O mesmo não foi observado nos tratamentos sem ração. Indicando, portanto, que mesmo que alimentação natural supra as necessidades dos camarões durante certos períodos, a alimentação artificial ainda apresenta elementos essenciais ao desenvolvimento dos mesmos.

O estudo também confirmou que a variação na abundância da fauna de macroinvertebrados bentônicos ao longo do tempo e entre os tratamentos esteve diretamente relacionada com a presença dos camarões.

6. REFERÊNCIAS

Allan, J. D.; Castillo, M. M. 2007. **Stream ecology structure and function of running waters**. 2ª Ed. Springer Publishers, 436 p.

Anderson, R. K; Parker, P. L; Lawrence, A. 1987. A $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tracer study of the utilizations of present feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growont system. **J. World Aquac. Soc.** 18,148-155.

Bemvenuti, C.E. 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. **Atlântica**, Rio Grande, 9 (1): 5-32.

Callisto, M.; Gonçalves Jr., J. F.; Moreno, P. 2001. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. **Ver. Brasil. Biol.** 61 (2): 259-266.

Clack, R. B.; Frid, C.; Attrill, M. 1997. Marine Polution. Oxford. Claredon Press. 161 p.

Correia, E. S.; Pereira, J. A.; Apolinário, M. O.; Horowitz, A.; Horowitz, S. 2002. Effect of pond aging on natural food availability and growth of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquacultural Engineering**. 26. 61-69.

Damasceno, K. S. F. S. C; Andrade, S. A. C; Stamford, T. L. M. 2009. Aproveitamento do resíduo de camarão. **B.CEPPA**, Curitiba, v.27, n.2. p.213-224.

Day Jr, J. W; Hall, C. A. S.; Kemp, V. M.; Yáñez-Arancibia, A. 1989. Estuarine Ecology. New York. John Wiley & Sons. 558 p.

Eaton, D.P. 2003. **Macroinvertebrados Aquáticos como Indicadores Ambientais da qualidade de Água**. In: Métodos de Estudos em biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Pádua, C. (eds.). Curitiba. Editora da UFPR. 43-67 p.

Fagundes, R. C.; Shimizu, G. Y. 1997. Avaliação da qualidade da água do Rio Sorocaba-SP, através da comunidade bentônica. **Revista Brasileira de Ecologia**, v.1, p.63-66.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. FIGIS – Fisheries Statistics – **Aquaculture**. Disponível em:<<http://www.fao.org>>.

Fusari, L. M. 2006. **Estudos das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da represa do Monjolinho e do Fazzari no Campus da UFSCar, Município de São Carlos, SP**. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

KAJAK, Z. 1970. **Analysis of the influence of fish on benthos by the method of enclosures**. In: Z. Kajak & A. Hillbricht-Ilkowska (eds.), Productivity Problems of Freshwaters, Warsaw, PWN Polish Scientific Publishers, 781-793 p.

Karr, J. R. 1999. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**. 41:221-234.

Koroleff, F. 1976. **Determination of nutrients**. In: Grasshoff, K. (Ed.). Methods of seawater analysis. Weinheim: Verlag, p. 117-181.

Lanari, D.; Ballestrazzi, R.; Tibaldi, E. 1989. 1989. Effects of fertilization and stocking rate on the performance of *Penaeus japonicus* (Bate) in pond culture. **Aquaculture**. 83, 269– 279.

Lewis, W. M. 1977. Feeding selectivity of tropical Chaoborus population. **Freshwat Biol.** 7(4):311-325.

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

Mackereth, F. J. H.; Heron, J.; Talling, J. F. 1978. Water analysis some revised methods for limnology. London: **Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ.**, n. 36, 117 p.

Mooss, S. M. 2002. **Dietary importance of microbes and detritus in penaeid shrimp aquaculture**. In: LEE, C-S & P O'BRYEN (eds.) Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems. The world Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.

Moraes-Valenti, P. M. C.; Moraes, P. A.; Preto, B. L.; Valenti, W. C. 2010. Effect of density on population development in the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. ***Aquatic Biology***, 9: 291-301.

Mugnai, R.; Nessimian, J. L.; Baptista, D. F. 2010. **Manual de identificação de Macroinvertebrados aquáticos do estado do rio de janeiro**. Rio de Janeiro: Technical books, 176 p.

New, M. B. 2002. **Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 428. Rome, FAO. 212 p.

Oliveira, J. E. C. 1985. **Barragem Santa Barbará, pelotas, Rio Grande do Sul: Observações sobre o bentos profundo**. 1985. Tese (Doutorado em biociências) Universidade de São Paulo.

Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. 2008. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 276p.

Pérez, G. R. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos Del departamento de Antioquia**. Bogotá: Presencia, 217 p.

Preto, B. L.; Pizzato, G. M.; Vallenti, W. C. 2008. Uso de bandejas de alimentação na fase de engorda do camarão-da-amazônia, *macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). ***B. Inst. Pesca***, São Paulo, 34(1):125-130.

Rocha, A. A. 1972. **Estudo sobre a fauna bentônica da represa da Americana no estado de São Paulo**. 1972, Dissertação (Mestrado em zoologia) Universidade de São Paulo.

Rocha, S. M. 1999. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição na represa do guarapiranga – SP**. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) Universidade de São Paulo.

Rodrigues, M. M. 2011. **Efeito da alimentação e densidade de estocagem no desempenho zootécnico e no perfil celular do hepatopâncreas do camarão da-amazônia *Macrobrachium amazonicum***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura. 46p.

Rosa, L. C; Freitas, U; Niencheski, L. F. H. 2009. Macrofauna associada a um cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* (Bone, 1931), no estuário da lagoa dos Patos (Sul do Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 13(2): 25-29.

Routledge, E. A. B; Zanette, G. B; Freitas, L. E. L; Ferreira, F. M, Lima, E. C. 2010. **Ações e desafios para consolidação das políticas de P,D&I em pesca e aqüicultura**. In: Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Brasília. 17 p.

Rubright, J. S.; Harell, J. L.; Holcomb, H. W.; Parker, J. C. 1981. Responses of planktonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds. **J. World Maric. Soc.** 12, 281–299.

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

Silva, F. L.; Talamoni, J. L. B.; Bochini, G. L.; Ruiz, S. S.; Moreira, D. C. 2009. Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio Batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary journal of Applied Science:** v.4, n.2.

Silva, M. C. N; Frédou, F; Filho, J. S. R. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) da ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. **Amazônia: Ci. & Desenv.** Belém, v. 2, n. 4.

Silva, S. D; Mendes, G. N; Valença, A. R. 2008. Cultivo de pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) com os alevinos de *Pterophyllum scalare* (Heckel, 1840) e *Carassius auratus* (Günther, 1870) em laboratório. **B. Inst. Pesca,** São Paulo, 34(3): 453 – 461.

Silva, T. C. 2007. **Macorinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, DF.** 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade de Brasília, DF.

Shishenchian, F.; Yusoff, F. M. 1999. Composition and abundance of macrobenthos in intensive tropical marine shrimp culture ponds. **J. Word Aquac. Soc.** 30:128-133.

Soares, R; Peixoto, S; Bemvenuti, C; Wasielesky, W. D'incão, F; Murcia, N; Suita, S. 2004. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil). **Aquaculture**. 239, 199-2015.

Souza, B. E.; Stringuetta, L. L.; Bordingon, A. C.; Bohnenberger, L.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. 2009. Policultivo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas om rações peletizadas e fareladas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n1, p.225-232.

Statsoft Inc. 2004. **Statistica** (data analysis software system), version 7.0.

Suguio, K. 1973. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 317 p.

Timmons, M. B.; Ebeling, J. M.; Weathon, F. W; Summerfelts, S. T.; Vinci, B. J. 2002. **recirculating Aquaculture System**, 2 nd Ed. Ithaca, cayuga aqua ventures, 769 p.

Uieda, V. S. & Gajardo, I. C. S. M. 1996. Macroinvertebrados periíiticos encontrados em porcões e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, 21: 31 – 47.

Valenti, W. C. 1985. **Cultivo de camarões de água doce**. Nobel. 2º Ed. São Paulo. 84 p.

Walker, R. 1978. **Water supply, treatment and distribution**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc. 420 p.

Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for classic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

Wickins, J. F; Lee, D. O. 2002. **Crustacean Farming**: Ranching and Culture, 2 nd Ed. Oxford, Blackwell Science. 446 p.

Wyban, J.A., Lee, C.S., Sato, V.T., 1987. Sweeney, J.N., Richards Jr.,W.K.. Effects of stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture* 61, 23–32.