

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA  
*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862).**

**Thaís Monteiro Ferreira.**

**Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques.**

**Co-orientador: Marcello Villar Boock.**

Dissertação encaminhada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA – SAA como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Dezembro – 2016**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA  
*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862).**

**Thaís Monteiro Ferreira.**

**Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques.**

**Co-orientador: Marcello Villar Boock.**

Dissertação encaminhada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA – SAA como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Dezembro – 2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo.

F413ml Ferreira, Thais, Monteiro

Manejo alimentar na larvicultura do camarão-da-amazonia *Macrobracium amazonicum* (Heller, 1862) / Thais Monteiro Ferreira. – São Paulo, 2016  
viii,44f. ; il. ; gráf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

1. Frequência de arrazoamento. 2. Alimento vivo. 3. Náuplios de *Artemia* .  
4. Alimento inerte. I. Marques, Helcio Luis de Almeida. II. Título.

CDD 598.4



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO NA DEFESA DA  
DISSERTAÇÃO**

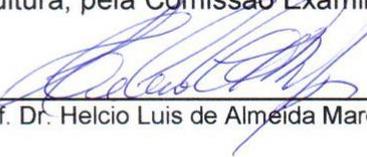
**“MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-  
AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)”**

**ALUNA:** Thais Monteiro Ferreira

**ORIENTADOR:** Helcio Luis de Almeida Marques

**CO-ORIENTADOR:** Marcello Villar Boock

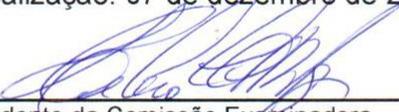
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em  
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Letizia Maria Petesse

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Helenice Pereira de Barros

Data da realização: 07 de dezembro de 2016

  
\_\_\_\_\_  
Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por continuar me proporcionando oportunidades de aumentar meus conhecimentos, aprendizados, experiências e me dar coragem e fé para sempre seguir em frente à caminhada.

Ao meu pai Antonio Luiz, por ser modelo e inspiração de persistência e perseverança.

A minha mãe Eliana, amiga e companheira de todos os momentos bons e ruins, sempre pronta e disposta a me ajudar; minha maior incentivadora!

Ao meu irmão Diego, cunhada Jéssica e sobrinho Miguel pelo apoio e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus avós Manoel e Tereza pelo apoio, torcida e orações em todos os momentos.

À família que formamos em Pirassununga: Eliana (Giga), Ednara, Guilherme, Manoel, Mariana, Mayara e Raissa pelo apoio, ajuda e momentos de descontração (afinal, precisamos né?! hahaha).

Aos meus amigos presentes, ausentes e distantes, mas sempre comigo de alguma maneira; em especial Lêda e Tainy pelo incentivo, apoio e torcida.

As instituições FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio e bolsa concedida para a realização do trabalho.

À APTA (Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio) / Pirassununga e funcionários pela disponibilização do laboratório para o desenvolvimento do trabalho.

Ao orientador Hércio e co-orientador Marcello pela disponibilidade, atenção e auxílio no decorrer dos estudos.

À Dra. Maria Letizia Petesse pelas contribuições na dissertação e auxílio nas análises estatísticas.

A todos os colegas do Programa de Pós Graduação, pelos momentos de aprendizado e diversão.

Ao curso de Pós Graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca de São Paulo por todo o auxílio necessário.

*“O futuro mais brilhante é baseado num  
passado intensamente vivido”.*

Clarice Lispector.

## SUMÁRIO

<b><u>ÍNDICE DAS FIGURAS E TABELAS</u></b> .....	v
<b><u>RESUMO</u></b> .....	vii
<b><u>ABSTRACT</u></b> .....	viii
<b>1. <u>INTRODUÇÃO GERAL</u></b> .....	1
1.1. Preparação para larvicultura.....	7
<b>2. <u>OBJETIVOS</u></b> .....	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
<b>3. <u>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO</u></b> .....	13
<b>4. <u>REFERÊNCIAS</u></b> .....	14

### **CAPÍTULO 1 – ARTIGO CIENTÍFICO**

<b><u>MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA <i>Macrobrachium amazonicum</i> (HELLER,1862)</u></b> .....	16
<b><u>Abstract</u></b> .....	17
<b><u>Resumo</u></b> .....	18
<b><u>Introdução</u></b> .....	19
<b><u>Material e Métodos</u></b> .....	22
<b>Experimento I</b> .....	23
<b>Experimento II</b> .....	24

<b>Análise Estatística .....</b>	<b>25</b>
<b><u>Resultados</u>.....</b>	<b>26</b>
<b>Experimento I .....</b>	<b>26</b>
<b>Experimento II .....</b>	<b>31</b>
<b><u>Discussão</u>.....</b>	<b>36</b>
<b><u>Conclusões</u>.....</b>	<b>40</b>
<b><u>Agradecimentos</u>.....</b>	<b>40</b>
<b><u>Referências</u> .....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1</b> – Exemplar de <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	2
<b>Figura 2</b> – Fêmea ovígera de <i>Macrobrachium amazonicum</i> .....	8
<b>Figura 3</b> – Tanque de manutenção das fêmeas .....	9
<b>Figura 4</b> – Tanque de experimentação.....	10
<b>Figura 5</b> – Pós-larvas de <i>M. amazonicum</i> .....	11
<b>Figura 6</b> – Dessecador com placas de Petri.....	12
<b>Figura 7</b> – Pesagem dos cartuchos .....	12

## CAPÍTULO 1

**Figura 1** – Resultados médios das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura em cada repetição de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. A: oxigênio dissolvido (OD); B: potencial hidrogeniônico (pH); C: temperatura (T); D: salinidade (S); E: amônia (NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>); F: nitrito (NO<sub>2</sub>); G: nitrato (NO<sub>3</sub>) .....

27

**Figura 2** – Resultados das variáveis de produção em cada repetição de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. Massa seca (mg) das larvas, Sobrevivência (%) e dias de larvicultura (DL) .....

30

**Figura 3** – Resultados das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura em cada repetição de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de ração inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de ração inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de ração inerte 4 vezes ao dia. Legenda das variáveis: OD:

oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; T: Temperatura; S: salinidade;  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ : amônia;  $\text{NO}_2$ : nitrito;  $\text{NO}_3$ : nitrato ..... 32

**Figura 4** – Resultados das variáveis de produção em cada repetição de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de alimento inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de alimento inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de alimento inerte 4 vezes ao dia. Massa seca (mg), Sobrevivência (%) e dias de larvicultura (DL). ..... 35

**Tabela 1** – Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; T: temperatura; S: salinidade;  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ : amônia;  $\text{NO}_2$ : nitrito;  $\text{NO}_3$ : nitrato. .... 27

**Tabela 2** – Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis: massa seca (MS) das larvas, sobrevivência (S) e dias de larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. .... 30

**Tabela 3** – Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de ração inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de ração inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de ração inerte 4 vezes ao dia. Legenda das variáveis: OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; T: Temperatura; S: salinidade;  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ : amônia;  $\text{NO}_2$ : nitrito;  $\text{NO}_3$ : nitrato. .... 32

**Tabela 4** – Médias ( $\pm$  desvio padrão) para as variáveis: massa seca (MS), sobrevivência (S) e dias de larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de alimento inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de alimento inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de alimento inerte 4 vezes ao dia. .... 35

## RESUMO

Avaliou-se o horário de fornecimento de alimento vivo no início do desenvolvimento larval e a frequência de arraçoamento com alimento inerte, visando maximizar o aproveitamento da dieta pelas larvas de *Macrobrachium amazonicum*. Foram realizados dois experimentos, no período de janeiro a março de 2015. No Experimento I, náuplios recém-eclodidos de *Artemia* foram ofertados às larvas em três horários: às 07:30 h (Tratamento AIM); às 12:00 h (Tratamento AMD) e 16:30 h (Tratamento AFT), sendo a quantidade de náuplios ajustada diariamente conforme o consumo e estágio das larvas. No Experimento II, o alimento inerte foi oferecido nas seguintes frequências: duas vezes ao dia - às 08:00 e 17:00 h (Tratamento AI2); três vezes ao dia - às 08:00; 12:30 e 17:00 h (Tratamento AI3) e quatro vezes ao dia - às 08:00; 11:00, 14:00 e 17:00 h (Tratamento AI4). A quantidade de náuplios de *Artemia* fornecida foi ajustada de acordo com o estágio larval predominante. O Experimento I foi encerrado quando 80% das larvas atingiram o estágio VI; e o Experimento II, quando 80% dos animais realizaram a metamorfose em pós-larvas (PL's). O estágio larval foi verificado em dias alternados com o auxílio de um estereomicroscópio, em amostras aleatórias de dez larvas de cada tanque de experimentação. Foram avaliadas as variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, salinidade,  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}_3$ ) e as variáveis de produção (peso, sobrevivência e dias de larvicultura). Os diferentes horários de alimentação com náuplios de *Artemia* e a frequência de fornecimento de alimento inerte não influenciaram na qualidade da água. Quanto as variáveis de produção, não apresentaram diferenças estatísticas, embora no primeiro experimento, o tratamento AIM tenha apresentado uma maior taxa de sobrevivência; e no segundo experimento maior sobrevivência foi verificada no tratamento AI3. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a alimentação com náuplios de *Artemia* deve ser realizada no início da manhã (às 07:30h – Tratamento AIM) e o fornecimento de alimento inerte pode ser feito três vezes ao dia (às 08:00, 12:30 e 17:00h – Tratamento AI3), proporcionando melhor aproveitamento da dieta, maior sobrevivência e melhor produtividade ao aqüicultor.

Palavras-chave: frequência de arraçoamento, alimento vivo, náuplios de *Artemia*, alimento inerte.

## ABSTRACT

It was evaluated the feeding time of the larvae at the beginning of the larval development and the frequency of feeding with inert feed, aiming at maximizing the use of the diet by larvae of *Macrobrachium amazonicum*. Two experiments were carried out from January to March 2015. In Experiment I, newly hatched *Artemia* nauplii were offered to the larvae in three schedules: at 07:30 a.m (AEM treatment); at 12:00 p.m (AAN Treatment) and 04:30 p.m (ALA Treatment). The number of nauplii was adjusted daily according to the consumption and stage of the larvae. In Experiment II, the inert food was offered in the following frequencies: twice a day - at 08:00 a.m and 05:00 p.m (Treatment IF2); three times a day - at 08:00 a.m; 12:30 p.m and 05:00 p.m (Treatment IF3) and four times a day - at 08:00 a.m; 11:00 a.m., 02:00 p.m and 05:00 p.m (Treatment IF4). The amount of *Artemia* nauplii supplied was adjusted according to the predominant larval stage. The Experiment I was terminated when 80% of larvae reached stage VI; and Experiment II, when 80% of the animals performed the metamorphosis in post-larvae (PL's). The larval stage was verified every other day with the aid of a stereomicroscope; in random samples of ten larvae from each experimental tank. Limnological variables (dissolved oxygen, pH, temperature, salinity, NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub>) and the production variables (weight, survival and larviculture days) were evaluated. The different feeding schedules with *Artemia* nauplii and the frequency of inert feed supply did not influence water quality. Regarding the production variables, they also did not present statistical differences, although in the first experiment, the AEM treatment presented a higher survival rate; and in the second experiment the highest survival was verified in the IF3 treatment. According to the results obtained, it is concluded that the feeding with *Artemia* nauplii should be done early in the morning (AEM treatment - at 07:30 a.m) and the supply of inert food can be done three times a day (IF3 treatment - at 08:00 a.m, 12:30 p.m and 05:00 p.m), providing better use of diet, greater survival and better productivity to aquaculture.

Keywords: frequency of feeding, live food, *nauplii* of *Artemia*, inert food.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os camarões de água doce são bem distribuídos ao longo das zonas tropicais e subtropicais, existindo mais de 230 espécies do gênero *Macrobrachium* (HOLTHUIS e PETER, 2010). Embora sejam chamados de camarões de água doce, exigem condições estuarinas, como água salobra, durante as fases iniciais do seu ciclo de vida (NEW, 1988).

Embora os camarões marinhos apresentem posição superior nos mercados mundiais, os de água doce apresentam várias vantagens para serem cultivados, tais como: maior resistência a doenças, maturação e larvicultura mais simples, independência da água salgada na fase de crescimento (engorda), sistema de produção compatível com pequenas propriedades e de menor impacto ambiental (MORAES-RIODADES, 2005).

O cultivo de camarões de água doce envolve pelo menos duas fases distintas: a larvicultura e o crescimento final. Os embriões eclodem como zoea e passam por nove estágios antes da metamorfose, depois disso, a pós-larva assume hábito bentônico, caminha sobre os substratos e superfícies verticais (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

A fase de larvicultura caracteriza-se por ser um sistema intensivo. Nesse processo, utilizam-se tanques abastecidos com água salobra e localizados em galpões, onde as condições de cultivo são controladas. Já no crescimento final, as pós-larvas ou juvenis são introduzidas em viveiros de água doce com fundo de terra, até atingirem o tamanho adequado para sua comercialização.

Em todo o mundo a principal espécie cultivada é *Macrobrachium rosenbergii*, originária da Ásia. No Brasil, a carcinicultura de água doce está também embasada nessa espécie, que por ser exótica, pode causar impactos ambientais negativos, caso ocorra escape em ambientes naturais brasileiros (MORAES-RIODADES, 2005).

Existem benefícios em usar uma espécie autóctone para o cultivo, tanto por razões ambientais como genéticas, pois evita problemas com eventuais

fugas, estabelecimento de espécies exóticas no ambiente, bem como alterações do habitat local e a disseminação de patógenos. O uso de uma espécie nativa aumenta a sustentabilidade do local e aceitação desses camarões pela comunidade (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

Na China, o *M. nipponense* teve uma grande aceitação pela população, pois apresenta rusticidade em seu cultivo se mantendo em condições naturais mesmo no período de inverno. Devido a essas características, a produção da espécie apresentou notável desenvolvimento durante os últimos anos, ressaltando a importância e a viabilidade de cultivar espécies nativas (KUTTY e WEIMIN, 2010).

No Brasil há espécies nativas com grande potencial para a aquicultura e o domínio de técnicas para a produção comercial das mesmas tem importância significativa, pois pode oferecer uma alternativa aos aquicultores brasileiros e, ao mesmo tempo atender às exigências de preservação ambiental. Portanto, são necessários estudos sobre as espécies nativas para avaliar a sua viabilidade comercial e desenvolver tecnologia de cultivo para a sua produção (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

*Macrobrachium amazonicum* (Figura 1), espécie nativa com ampla distribuição geográfica na América do Sul, ocorrendo desde a Venezuela até o sul do Brasil (HOLTHUIS e PETER, 2010), é uma das espécies mais favoráveis ao cultivo, já que apresenta grande importância econômica no Norte e Nordeste do Brasil.



Figura 1 – Exemplar de *Macrobrachium amazonicum*.

No final de 1990, alguns cultivos experimentais de *M. amazonicum* foram realizados no Brasil, baseados na tecnologia utilizada para *M. rosenbergii* (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010). Embora estas espécies pertençam ao mesmo gênero, são originárias de localizações geográficas distantes e apresentam diferentes características biológicas, levando a necessidades específicas para o cultivo das mesmas (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

Em 2001, um programa de pesquisa multi-institucional, visando desenvolver tecnologia para o cultivo de *M. amazonicum*, iniciou-se no Brasil como resposta da comunidade acadêmica às necessidades da sociedade. Este programa foi concebido para abordar todas as fases do processo produtivo, considerando os aspectos econômicos e sociais, os impactos ambientais e o bem-estar animal. Vários pesquisadores e alunos de pós-graduação foram envolvidos nesse programa. Os resultados mostraram que esta espécie é rústica, politrófica e resistente a doenças; tolera intensificação na densidade de estocagem em todas as fases da criação; apresenta curto período larval, taxa de crescimento rápida e taxa favorável de sobrevivência em tanques e viveiros (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010).

Algumas dessas pesquisas foram relacionadas aos aspectos da larvicultura; HAYD *et al.* (2008) estudaram o ciclo de muda das larvas do camarão-da-amazônia em laboratório. A muda é um processo rápido, durando somente alguns minutos. Como o crescimento larval ocorre predominantemente durante a pós-muda, esta é considerada a fase mais estável. Assim, os autores sugerem que as mensurações fisiológicas e bioquímicas sejam realizadas próximo ao final deste período.

A qualidade dos efluentes gerados em diferentes fases do cultivo do camarão-da-amazônia *M. amazonicum* foi estudada por NOGUEIRA (2008), a qual verificou que a qualidade da água pode ser alterada devido a vários fatores, incluindo o clima, tipo de viveiro, manejo adotado, taxa de renovação da água, densidade de estocagem dos animais, espécies cultivadas, qualidade e quantidade de alimento fornecido. A qualidade da água utilizada na larvicultura é de fundamental importância para a sobrevivência e

desenvolvimento das larvas, as quais são bastante vulneráveis, e, portanto deve ser monitorada constantemente nesta fase.

Apesar das larvas de *M. amazonicum* tolerarem amplos níveis de salinidade, VETORELLI (2008) avaliou a influência da salinidade (4, 12, 20 e 28) na larvicultura do camarão-da-amazônia. O desenvolvimento larval foi mais lento e a sobrevivência foi menor na salinidade 4, porém, concluiu-se que as larvas de *M. amazonicum*, podem desenvolver-se em salinidades variando de 4 a 28, mas a salinidade 12 provavelmente corresponda ao ótimo ecológico, pois maximizou a produção de PL's (pós-larvas) e reduziu o tempo de cultivo e o custo de produção.

PAVANELLI (2010) estudou o efeito da temperatura da água no ambiente de cultivo das larvas de *M. amazonicum*. Divididos em dois experimentos, as temperaturas avaliadas foram: 20, 25, 30 e 35°C no primeiro, e no segundo, foram 26, 28, 30 e 32°C. O autor conclui que a larvicultura de *M. amazonicum* pode ser realizada em temperaturas que variam de 25 a 32°C, porém com melhores resultados a 30°C, temperatura que maximizou a produção de pós-larvas e reduziu o tempo de cultivo para 15 dias.

A intensidade luminosa pode ser um fator que influencia no desenvolvimento larval. Assim, ARAUJO e VALENTI (2011) estudaram o efeito da intensidade luminosa na larvicultura de *M. amazonicum*. Investigou-se o efeito de quatro intensidades luminosas (0;  $2,8 \pm 0,9$ ;  $5,46 \pm 1,8$  e  $7,8 \pm 2,5 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ ) na sobrevivência, produtividade, ganho de peso e no desenvolvimento larval da espécie. Pode-se concluir que luminosidade  $7,8 \pm 2,5 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$  melhora o desempenho das larvas em termos de desenvolvimento larval, produtividade e ganho de peso.

O efeito das concentrações de nitrito no desenvolvimento e metabolismo das larvas foi estudado por HAYD *et al.* (2014), que verificaram que a concentração de  $1,6 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_2$  no ambiente, retarda o desenvolvimento larval, reduz a sobrevivência, a produtividade, o ganho de peso, o índice de estágio larval e afeta as taxas metabólicas de larvas de *M. amazonicum*.

Com relação à alimentação, há alguns estudos desenvolvidos na fase larval da espécie. ARAÚJO e VALENTI (2007) investigaram o hábito alimentar da espécie avaliando a fase de alimentação exógena em cada estágio larval, e verificaram que é desnecessário alimentar as larvas de *M. amazonicum* antes do estágio II ou complementar a dieta com alimento inerte antes do estágio IV, pois aumenta os custos de produção e pode prejudicar a qualidade da água. Nos estágios IV a VI, a alimentação com náuplios de *Artemia* é fundamental, e a partir do estágio VII, o fornecimento de alimento inerte se torna mais importante do que náuplios de *Artemia*, sugerindo que o alimento vivo pode ser substituído por alimento inerte a partir desse estágio.

Uma alimentação deficiente pode prolongar o desenvolvimento larval e reduzir a sobrevivência; com isso, MACIEL (2007) estudou a alimentação de larvas de *M. amazonicum*, avaliando a ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios larvais e nos períodos diurno e noturno; a substituição da *Artemia* por dieta inerte em diferentes estágios; e o impacto da coloração dos tanques de cultivo sobre o consumo de náuplios, sobrevivência e produtividade. A autora verificou que as larvas de *M. amazonicum* apresentam ritmo trófico, com alimentação predominantemente diurna, sendo recomendada a oferta única de náuplios durante o dia, o que pode favorecer a chance de encontro entre predador *versus* presa e também facilitar as práticas de manejo pelos aquicultores. Os resultados indicaram que a cor dos tanques interfere na taxa de ingestão dos náuplios, sendo o preto a cor mais adequada para o cultivo, pois a maior produtividade foi obtida em tanques com essa coloração.

ANGER e HAYD (2009) estudaram em laboratório, os efeitos da presença ou ausência de alimento na sobrevivência das larvas, muda e biomassa (massa seca e teor de carbono, hidrogênio e nitrogênio). Os resultados obtidos indicaram lecitotrofia obrigatória em zoea I, isto é, necessidade de se alimentar de reservas vitelínicas. Em conclusão, os estágios larvais iniciais (fase de zoea I) de *M. amazonicum* não dependem de alimento exógeno, mudando em seguida para lecitotrofia facultativa (zoea II) e para planctotrofia nos estágios posteriores. Este padrão ontogenético pode ser uma adaptação à limitação alimentar inicial associada à migração das larvas de ambientes limnicos para estuarinos.

ANGER e HAYD (2010) realizaram um estudo com duas populações de *Macrobrachium* sp., uma do Pantanal e outra do estuário amazônico, e analisaram se haviam mudanças ontogenéticas no comportamento alimentar e crescimento precoce das larvas. Na comparação das duas populações, as larvas do Pantanal eclodiram com quantidades menores de gotículas lipídicas e sobreviveram durante períodos mais curtos na ausência de alimento; ambas as populações mudaram de estágios em intervalos curtos. As fases larvais iniciais da população amazônica apresentaram melhor adaptação às condições de limitação de alimentos, enquanto as larvas do Pantanal se desenvolveram em águas lânticas do interior, onde a alta produtividade permite o rápido crescimento.

QUEIROZ *et al.* (2011) investigaram a morfologia funcional do sistema digestório e partes bucais em larvas e pós-larvas do camarão de água doce *M. amazonicum*. A partir das observações recolhidas obtidas, as larvas do primeiro estágio têm lecitotrofia obrigatória e o comportamento de alimentação é iniciado após a muda para o segundo estágio. Após a metamorfose em pós-larvas, mudanças morfológicas drásticas ocorrem nas partes anteriores do intestino e da boca dos apêndices bucais para adaptação dos animais a alimentação, pois em seu novo habitat bentônico, há uma maior diversidade de alimentos disponíveis.

Diante dos resultados obtidos até o momento, pode-se afirmar que a tecnologia de larvicultura de *M. amazonicum* encontra-se bem desenvolvida. No entanto, com relação à alimentação, alguns aspectos necessitam ser melhor definidos, como o horário de fornecimento de alimento vivo e a frequência de fornecimento de alimento inerte para cada estágio larval (MACIEL 2007), pois uma alimentação inadequada aumenta o canibalismo, prolonga o desenvolvimento larval e reduz a sobrevivência.

Por isso, é essencial o estabelecimento de uma estratégia de manejo alimentar adequada para cada estágio larval. A definição do horário de fornecimento de náuplios de *Artemia* e a frequência adequada de fornecimento de alimento inerte garantem o melhor aproveitamento do alimento e a

manutenção da qualidade da água, oferecendo um ambiente favorável ao cultivo da espécie.

### **1.1. Preparação da larvicultura**

No período que antecedeu os experimentos, foi realizada a preparação da estrutura necessária (tanques de experimentação, sistema de aeração e biofiltros) para a realização de dois experimentos preliminares, assim como a adequação do laboratório e dos equipamentos ao protocolo de larvicultura a ser seguido.

Todos os tanques de larvicultura, mangueiras de aeração, pedras porosas, filtros mecânicos e biofiltros foram previamente lavados e desinfetados com cloro (5 ppm) antes do início do experimento.

Após a desinfecção, realizou-se a filtragem (filtros tipo cuno com cartucho de 25 micrômetros), esterilização (com filtro de ozônio) e diluição da água do mar (35) para salinidade de 12. A seguir, procedeu-se a montagem dos filtros biológicos e sua maturação por um período de cerca de 30 dias.

Fêmeas ovígeras no início do desenvolvimento embrionário, reconhecidas pela coloração verde escura dos ovos (Figura 2), foram coletadas nos viveiros de reprodutores e transferidas para tanques de polietileno com capacidade de 500 L com filtro biológico externo, onde permaneceram até o final do desenvolvimento embrionário dos ovos. Após este período, as fêmeas foram colocadas em tanques de eclosão de 310 L na densidade de 50 fêmeas m<sup>-2</sup>, abastecidos com água filtrada (filtros tipo cuno com cartucho de 25 micrômetros) e esterilizada com filtro de ozônio, sendo mantidos em salinidade 6, obtida pela mistura de água doce e água do mar. A temperatura foi mantida em 29°C e a aeração foi constante até a eclosão das larvas. Foram colocados substratos (pedaços de canos e telas plásticas) nos tanques para reduzir confrontos entre os animais. Durante as etapas finais de desenvolvimento dos

ovos até a eclosão das larvas, as fêmeas não foram alimentadas, evitando possível contaminação da água por meio de restos de alimento e fezes.



Figura 2 – Fêmea ovígera de *Macrobrachium amazonicum*.

Após a eclosão, as larvas foram atraídas pela luz de uma luminária posicionada logo acima do coletor (Figura 3) e sifonadas para recipientes com aeração. Após a coleta, foram aclimatadas à salinidade 12 e até que a diferença de temperatura e pH da água dos recipientes e do tanque de cultivo não ultrapassassem 1°C e 0,5 unidade, respectivamente. A seguir, as larvas foram contadas individualmente e transferidas para os tanques de experimentação na densidade de estocagem de 50 L<sup>-1</sup>.

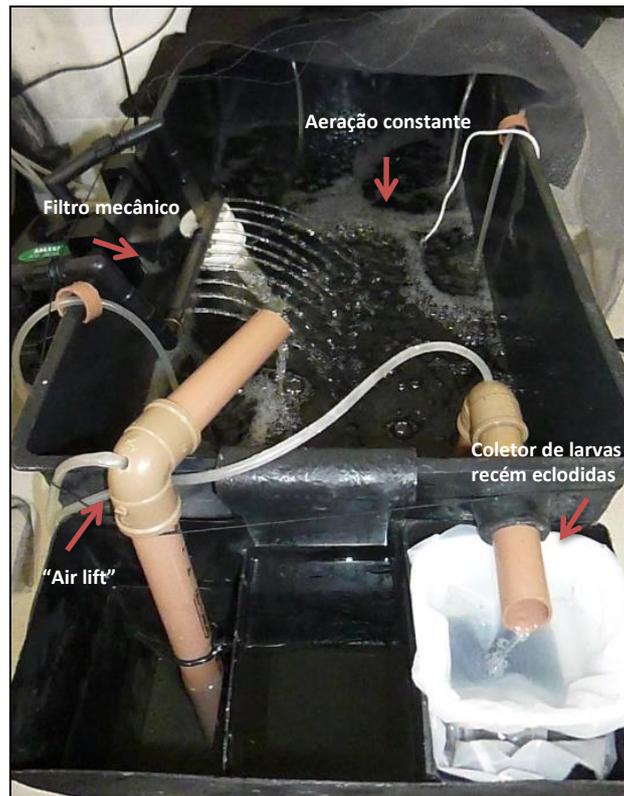


Figura 3 – Tanque de manutenção das fêmeas.

Os tanques experimentais consistiram em 12 caixas plásticas de cor preta, com 30 L de capacidade e volume útil 20L (Figura 4). A aeração foi constante e a temperatura da água de cultivo mantida a 29°C por meio de aquecedores ligados a termostatos. Os tanques foram dotados de filtros mecânicos acoplados a filtros biológicos externos, correspondendo a cerca de 1/3 do volume do tanque de larvicultura. O fluxo entre o tanque de larvicultura e o biofiltro foi monitorado e regulado diariamente para 20 vezes o volume do tanque. O fotoperíodo utilizado foi de 12h claro: 12h escuro, mantido com lâmpadas fluorescentes. A salinidade da água de cultivo foi mantida a 12 até o fim da larvicultura, sendo aferida diariamente com um salinômetro-refratômetro e ajustada quando necessário.

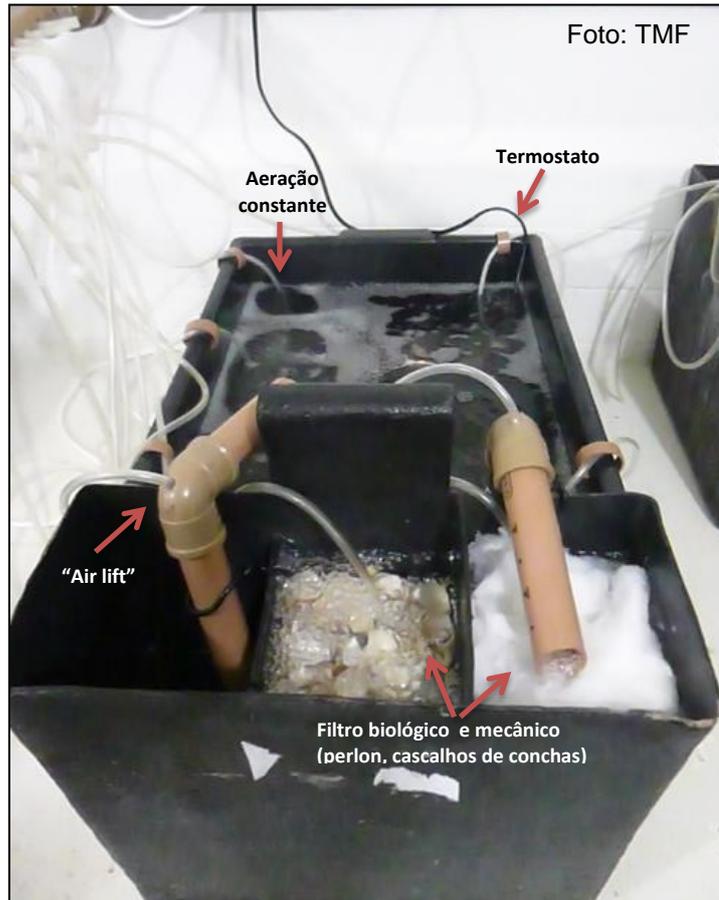


Figura 4 – Tanque de experimentação.

No Experimento I, a despesca foi realizada quando 80% das larvas (porcentagem determinada por meio de amostragens aleatórias e verificadas em estereomicroscópio) atingiram o estágio VI, fase em que se inicia a oferta de alimento inerte para complementação da alimentação das larvas. No Experimento II, a despesca foi realizada quando observada, em cada unidade experimental, proporção de pós-larvas (Figura 5) acima de 80%, determinadas por meio de amostragens aleatórias e verificadas em estereomicroscópio. Para realizar a despesca, o sistema de recirculação de água do tanque foi desligado, porém a aeração do tanque permaneceu em funcionamento.



Figura 5 – Pós-larvas de *M. amazonicum*.

As larvas (estágio VI - Experimento I) foram transferidas para béqueres com água do tanque de cultivo, e as PL's (Experimento II) foram transferidas para béqueres contendo uma mistura da água do tanque de cultivo e água doce. Após esse procedimento, as larvas no estágio VI (Experimento I) e as pós-larvas (Experimento II) foram contadas individualmente para cálculo da sobrevivência.

Para obter a massa seca em ambos os experimentos, foram separadas 200 larvas no estágio VI e 200 PL's (pós-larvas) de cada tanque, e foram separadas em 10 lotes de 20 animais cada e acondicionadas em cartuchos de papel alumínio previamente pesados e identificados. Em seguida, estes foram colocados em placas de Petri e mantidos em estufa a 60°C por 12 h. Então, as placas foram transferidas para um dessecador por 2h (Figura 6), e posteriormente, os cartuchos contendo as larvas e PL's foram pesadas em balança Mettler Toledo de precisão de 1m $\mu$  (Figura 7). A massa seca foi determinada pela diferença entre a massa dos cartuchos contendo os animais e a massa inicial dos cartuchos.



Figura 6 – Dessecador com placas de Petri.



Figura 7 – Pesagem dos cartuchos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho foi estabelecer um manejo alimentar para a espécie *Macrobrachium amazonicum*, determinando o horário de fornecimento de alimento vivo (náuplios de *Artemia*) no início do desenvolvimento larval e a frequência de arraçoamento com alimento inerte a partir do estágio VI, com vistas a melhorar o aproveitamento dessa dieta pelas larvas por meio de maior captura e consumo do alimento. Espera-se que com este manejo alimentar, haja um melhor aproveitamento do alimento, aumento da taxa de sobrevivência e qualidade de água adequada ao cultivo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- a)** Determinar o horário fornecimento de alimento vivo (náuplios de *Artemia*) no início do desenvolvimento larval, visando maximizar o aproveitamento da dieta.
  
- b)** Determinar a frequência de fornecimento do alimento inerte a partir do estágio VI de desenvolvimento das larvas, visando o aproveitamento da dieta, alcançando melhores taxas de sobrevivência e melhoria na qualidade da água de cultivo.

## **3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO**

Com a finalidade de publicar os resultados do presente trabalho, foi elaborado o artigo científico intitulado “**Manejo alimentar na larvicultura do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)**”, apresentado a seguir, seguindo as normas para publicação no periódico científico “Journal of the World Aquaculture Society”, classificado com o nível B-1 no Qualis da CAPES para a área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

#### 4. REFERÊNCIAS

ANGER, K. e HAYD, L. 2009. From lecithotrophy to planktotrophy: ontogeny of larval feeding in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquatic Biology* 7: 19–30.

ANGER, K. e HAYD, L. 2010. Feeding and growth in early larval shrimp *Macrobrachium amazonicum* from the Pantanal, southwestern Brazil. *Aquatic Biology* 9: 251–261.

ARAÚJO, M.C. e VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265(1-4): 187-193.

ARAÚJO, M.C. e VALENTI, W.C. 2011. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. *Boletim Instituto de Pesca*, 37 (2): 155-164.

HAYD, L.A.; ANGER, K.; VALENTI, W.C. 2008. The moulting cycle of larval Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* reared in the laboratory *Nauplius* 16(2): 55-63.

HAYD, L.A.; LEMOS, D.; VALENTI, W.C. 2014. Effects of Ambient Nitrite on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*, larvae. *Journal of The World Aquaculture Society*, v. 45, n. 1, p. 54-64.

HOLTHUIS, L. B. e PETER, K. L. NG, 2010. Nomenclature and Taxonomy. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D’Abramo and M.N. Kutty), pp. 12–17. Wiley-Blackwell, Oxford.

KUTTY, M.,N. e WEIMIN, M. 2010. Culture of the Oriental river prawn *Macrobrachium nipponense*. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D’Abramo and M.N. Kutty), pp. 475–484. Wiley-Blackwell, Oxford.

MACIEL, C. R. 2007. *Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium Amazonicum* durante a fase larval*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 122 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/100231>. Acesso em 17.05.2015.

MORAES-RIODADES, C. M. P. 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Jaboticabal, Brasil. São Paulo. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura) 117 p. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/144173>. Acesso em 13.04.2015.

MORAES-VALENTI, P.M.C. e VALENTI W.C. 2010. Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D'Abramo and M.N. Kutty), pp. 485–501. Wiley-Blackwell, Oxford.

NEW, B. M. (1988). *Freshwater Prawns: Status of Global Aquaculture, 1987. NACA Technical Manual No. 6. A World Food Day Publication of the Network of Aquaculture Centres in Asia*. Bangkok, Thailand. 58 p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac277e/AC277E02.htm>. Acesso em 24.07.2016.

NEW, M. B. e KUTTY, M. N. 2010. Commercial Freshwater Prawn Farming and Enhancement around the World. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D'Abramo and M.N. Kutty), pp. 346–399. Wiley-Blackwell, Oxford.

NOGUEIRA, M. 2008. *Estudo da qualidade dos efluentes gerados em diferentes fases do cultivo do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 77 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/100211>. Acesso em 23.03.2016.

PAVANELLI, C.A.M. 2010. *Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum, em diferentes temperaturas*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 115 p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86680/pavanelli\\_cam\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86680/pavanelli_cam_me_jabo.pdf?sequence=1). Acesso em 05.11.2015.

QUEIROZ, L. D.; ABRUNHOSA, F. A.; MACIEL, C.R. 2011. Ontogenesis and functional morphology of the digestive system of the freshwater prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 28 (3): 395–402.

VETORELLI, M. P. 2008. *Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 123 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100214/vetorelli\\_mp\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100214/vetorelli_mp_dr_jabo.pdf?sequence=1). Acesso em 11.11.2015.

## **Capítulo 01**

### **ARTIGO CIENTÍFICO**

**MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA**  
***Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862).**

Food management in hatchery prawn-the-amazon *Macrobrachium amazonicum*  
(Heller, 1862).

THAÍS MONTEIRO FERREIRA, MARCELLO VILLAR BOOCK, HELENICE PEREIRA DE BARROS  
E HELCIO LUIS DE ALMEIDA MARQUES.

*Fisheries Institute – Sao Paulo State Agricultural Department, Av. Francisco  
Matarazzo 455, 05001-900 Sao Paulo, SP, Brazil*

### **Abstract**

It was evaluated the feeding time of the larvae at the beginning of the larval development and the frequency of feeding with inert feed, aiming at maximizing the use of the diet by larvae of *Macrobrachium amazonicum*. Two experiments were carried out from January to March 2015. In Experiment I, newly hatched *Artemia* nauplii were offered to the larvae in three schedules: at 07:30 a.m (AEM treatment); at 12:00 p.m (AAN Treatment) and 04:30 p.m (ALA Treatment). The number of nauplii was adjusted daily according to the consumption and stage of the larvae. In Experiment II, the inert food was offered in the following frequencies: twice a day - at 08:00 a.m and 05:00 p.m (Treatment IF2); three times a day - at 08:00 a.m; 12:30 p.m and 05:00 p.m (Treatment IF3) and four times a day - at 08:00 a.m; 11:00 a.m., 02:00 p.m and 05:00 p.m (Treatment IF4). The amount of *Artemia* nauplii supplied was adjusted according to the predominant larval stage. The Experiment I was terminated when 80% of larvae reached stage VI; and Experiment II, when 80% of the animals performed the metamorphosis in post-larvae (PL's). The larval stage was verified every other day with the aid of a stereomicroscope; in random samples of ten larvae from each experimental tank. Limnological variables (dissolved oxygen, pH, temperature, salinity, NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub>) and the production variables (weight, survival and larviculture days) were evaluated. The different feeding schedules with *Artemia* nauplii and the frequency of inert feed supply did not influence water quality. Regarding the production variables, they also did not present statistical differences, although in the first experiment, the AEM treatment presented a higher survival rate; and in the second experiment the highest survival was verified in the IF3 treatment. According to the results obtained, it is concluded that the feeding with *Artemia* nauplii should be done early in the morning (AEM treatment - at 07:30 a.m) and the supply of inert food can be done three times a day (IF3 treatment - at 08:00 a.m, 12:30 p.m and 05:00 p.m), providing better use of diet, greater survival and better productivity to aquaculture.

Keywords: frequency of feeding, live food, *nauplii* of *Artemia*, inert food.

## Resumo

Avaliou-se o horário de fornecimento de alimento vivo no início do desenvolvimento larval e a frequência de arraçoamento com alimento inerte, visando maximizar o aproveitamento da dieta pelas larvas de *Macrobrachium amazonicum*. Foram realizados dois experimentos, no período de janeiro a março de 2015. No Experimento I, náuplios recém-eclodidos de *Artemia* foram ofertados às larvas em três horários: às 07:30 h (Tratamento AIM); às 12:00 h (Tratamento AMD) e 16:30 h (Tratamento AFT), sendo a quantidade de náuplios ajustada diariamente conforme o consumo e estágio das larvas. No Experimento II, o alimento inerte foi oferecido nas seguintes frequências: duas vezes ao dia - às 08:00 e 17:00 h (Tratamento AI2); três vezes ao dia - às 08:00; 12:30 e 17:00 h (Tratamento AI3) e quatro vezes ao dia - às 08:00; 11:00, 14:00 e 17:00 h (Tratamento AI4). A quantidade de náuplios de *Artemia* fornecida foi ajustada de acordo com o estágio larval predominante. O Experimento I foi encerrado quando 80% das larvas atingiram o estágio VI; e o Experimento II, quando 80% dos animais realizaram a metamorfose em pós-larvas (PL's). O estágio larval foi verificado em dias alternados com o auxílio de um estereomicroscópio, em amostras aleatórias de dez larvas de cada tanque de experimentação. Foram avaliadas as variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, salinidade,  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}_3$ ) e as variáveis de produção (peso, sobrevivência e dias de larvicultura). Os diferentes horários de alimentação com náuplios de *Artemia* e a frequência de fornecimento de alimento inerte não influenciaram na qualidade da água. Quanto as variáveis de produção, também não apresentaram diferenças estatísticas, embora no primeiro experimento, o tratamento AIM tenha apresentado uma maior taxa de sobrevivência; e no segundo experimento a maior sobrevivência foi verificada no tratamento AI3. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a alimentação com náuplios de *Artemia* deve ser realizada no início da manhã (às 07:30h – Tratamento AIM) e o fornecimento de alimento inerte pode ser feito três vezes ao dia (às 08:00, 12:30 e 17:00h – Tratamento AI3), proporcionando melhor aproveitamento da dieta, maior sobrevivência e melhor produtividade ao aqüicultor.

Palavras-chave: frequência de arraçoamento, alimento vivo, náuplios de *Artemia*, alimento inerte.

## Introdução

Os camarões de água doce são bem distribuídos ao longo das zonas tropicais e subtropicais, existindo mais de 230 espécies do gênero *Macrobrachium* (HOLTHUIS e PETER, 2010). O gênero é nativo de todos os continentes, com exceção da Europa e da Antártida (HOLTHUIS e PETER, 2010). Várias espécies de *Macrobrachium* têm sido utilizadas em pesquisas sobre aquicultura: *M. acanthurus* (WIEGMANN, 1836); *M. amazonicum* (HELLER, 1862); *M. americanum* (BATE, 1868); *M. carcinus* (LINNAEUS, 1758); *M. formosense* (BATE, 1868); *M. lamarrei* (H. MILNE EDWARDS, 1837); *M. lanceifrons* (DANA, 1852); *M. lanchesteri* (DE MAN, 1911); *M. lar* (FABRICIUS, 1798); *M. malcolmsonii*; *M. ohione* (SMITH, 1874); *M. rude* (HELLER, 1862) e *M. vollehovenii* (HERKLOTS, 1857); e *M. rosenbergii* (DE MAN, 1879), sendo esta espécie a mais cultivada mundialmente (HOLTHUIS e PETER, 2010).

A produção mundial de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* foi estimada em 220.254 toneladas em 2012 (FAO, 2014). A produção de *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879) cultivado corresponde a 51,7%, e a de *M. nipponense*, a 47,2% do total mundial (NEW e NAIR, 2012). No Brasil, após alguns períodos alternando crescimento e recessão, a criação de camarões de água doce apresenta um cenário favorável à expansão devido ao aumento na demanda e dos preços pagos ao produtor, bem como à perspectiva de melhoria na organização da cadeia produtiva como um todo (MARQUES e MORAES-VALENTI, 2012).

*M. rosenbergii* é a única espécie criada comercialmente no Brasil, sendo que as nativas *M. amazonicum*, *M. acanthurus* e *M. carcinus* são exploradas por meio da pesca nas regiões Norte e Nordeste (VALENTI, 2007; MACIEL e VALENTI, 2009). Entre essas, *M. amazonicum*, ou camarão-da-amazônia, apresenta bom potencial para a aquicultura (KUTTY *et al.*, 2000; MACIEL e VALENTI, 2009). Criações experimentais de *M. amazonicum* têm sido realizadas com sucesso, já havendo tecnologia disponível para produção comercial (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010). Os principais nichos de mercado identificados para a absorção de sua produção comercial são o

consumo humano, o uso como espécie ornamental e a utilização como iscas-vivas na pesca esportiva (MARQUES e MORAES-VALENTI, 2012).

A larvicultura de *M. amazonicum* tem sido estudada por diversos autores (ARAÚJO e VALENTI, 2007; 2011; HAYD *et al.* 2008; VETORELLI, 2008; ANGER e HAYD, 2009; 2010; PAVANELLI, 2010; MACIEL e VALENTI, 2012; MACIEL *et al.*, 2012).

Os estudos realizados até o momento relacionam a ingestão do alimento ao fotoperíodo ou a intensidade luminosa (MACIEL, 2007). Entretanto, outros fatores que influenciam no desenvolvimento larval precisam ser estudados, como comportamento alimentar e necessidades nutricionais, visando aumentar a produtividade em larviculturas comerciais, pois ainda existem pontos controversos no manejo. Entre esses fatores, a definição do horário de fornecimento de alimento vivo e a frequência de arraçoamento com alimento inerte se destacam por serem facilmente aplicáveis em larviculturas comerciais; porém, há necessidade de adaptações e desenvolvimento de um protocolo específico para a espécie, considerando o desenvolvimento ontogenético.

Nos estágios larvais iniciais de *M. rosenbergii* as estruturas de percepção e apreensão do alimento pelas larvas são pouco desenvolvidas (HENRIQUES *et al.*, 2014), sendo que BARROS e VALENTI (1997) verificaram para a mesma espécie que a chance de encontro é o principal mecanismo de obtenção de alimento na fase inicial de desenvolvimento. Provavelmente, o mesmo deve ocorrer para *M. amazonicum*.

Com relação à alimentação das larvas com náuplios de *Artemia*, DANIELS *et al.* (1992) propõem que a quantidade de *Artemia* deve ser dividida em mais que uma porção diária para que as larvas de *M. rosenbergii* aproveitem melhor o valor nutricional dos náuplios. CARVALHO e MATHIAS (1998) sugerem, para a mesma espécie, o fornecimento de náuplios de manhã e à tarde na fase de pré-estocagem das larvas em alta densidade; VALENTI *et al.* (2010) recomendam a alimentação das larvas de *M. rosenbergii* com *Artemia* uma vez ao dia, no final da tarde, a partir do primeiro dia após a eclosão. MACIEL *et al.* (2012), que estudaram a ingestão de alimento vivo por larvas de *M. amazonicum* nos períodos noturno e diurno, recomendam o

oferecimento de *Artemia* uma única vez ao dia, porém ressaltam a necessidade de se determinar qual o melhor horário para o fornecimento da alimentação.

Segundo DANIELS *et al.* (1992), as larvas de *M. rosenbergii* se alimentam mais em dias ensolarados do que nublados, evidenciando a importância da luz na alimentação. Esse comportamento pode ocorrer com *M. amazonicum*, sendo observado por ARAÚJO (2005) que larvas de *M. amazonicum* apresentaram maior ganho de peso e produtividade em presença de maior intensidade luminosa.

Para *M. rosenbergii* existem vários protocolos de manejo alimentar na larvicultura (DANIELS *et al.*, 1992; BARROS e VALENTI, 1997; CARVALHO e MATHIAS, 1998; VALENTI *et al.*, 2010), que variam de acordo com as condições locais, porém, em todos há suplementação do uso de *Artemia* com dieta inerte, sendo a quantidade de alimento ajustada de acordo com o consumo diário.

DAVID (2011) verificou que os gastos com a compra de cistos de *Artemia* para *M. rosenbergii* representam de 23 a 26% dos custos variáveis de produção. Portanto, é de grande importância o estabelecimento de um protocolo de manejo alimentar adequado para *M. amazonicum*, para o melhor aproveitamento do alimento e, conseqüentemente, para a redução dos custos de produção.

Considerando que a sobrealimentação resulta no acúmulo de compostos nitrogenados e de matéria orgânica, comprometendo a qualidade da água e aumentando o custo de produção, e a subalimentação pode resultar em baixo crescimento e desnutrição, no aumento do canibalismo e ciclo de larvicultura prolongado, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um manejo adequado para maximizar a eficiência alimentar. Por meio da determinação do horário de fornecimento de alimento vivo (náuplios de *Artemia*) no início do desenvolvimento larval e da frequência de arraçoamento com alimento inerte a partir do estágio VI, pretende-se garantir a sanidade e o bom desenvolvimento das larvas e, conseqüentemente, o sucesso na larvicultura.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) de Pirassununga, Polo APTA do Centro-Leste.

Fêmeas ovígeras foram coletadas nos viveiros de reprodutores e transferidas para tanques com capacidade de 500 L, localizados no interior do laboratório e equipados com filtro biológico externo, onde permaneceram até o final do desenvolvimento embrionário dos ovos. Após este período, foram transferidas para tanques de eclosão de 310 L contendo substratos e abastecidos com água filtrada e esterilizada com radiação UV, sendo mantidas em salinidade 6, temperatura de 29°C e aeração constante na densidade de 50 fêmeas m<sup>-2</sup>.

Após a eclosão, as larvas foram contadas individualmente e transferidas para as unidades experimentais, na densidade de 50 L<sup>-1</sup>, que consistiram em 12 caixas plásticas de cor preta, com 30 L de capacidade e volume útil de 20 L. A aeração foi constante, a temperatura da água de cultivo foi mantida a 29°C e a salinidade, em 12. Filtros biológicos externos foram acoplados aos tanques, em sistema fechado de recirculação, correspondendo a cerca de 1/3 do volume do tanque de larvicultura. O fotoperíodo foi de 12h claro: 12h escuro, mantido com lâmpadas fluorescentes.

A qualidade da água da larvicultura foi mantida por meio de filtração biológica e de sifonamento diário das fezes e dos restos de alimento; em ambos os experimentos o sifonamento foi realizado no início da tarde (às 14:00h no Experimento I e às 13:30h no Experimento II). As variáveis temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram verificadas uma vez por dia, no período da manhã (às 8:00h), com medidores específicos de campo (EcoSense pH 100A e YSI Pro 20), e as concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram monitorados em dias alternados, no período da tarde, antes do sifonamento, por meio de kits colorimétricos (PRODAC test NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>, PRODAC test NO<sub>2</sub>, PRODAC test NO<sub>3</sub>).

Os compostos nitrogenados foram mantidos de acordo com MORAES-VALENTI e VALENTI (2010): concentração máxima de amônia (NH<sub>3</sub>) até 1,6 mg L<sup>-1</sup>, concentração de nitrito (NO<sub>2</sub>) inferior à 0,8 mg L<sup>-1</sup> e concentração de nitrato (NO<sub>3</sub>) abaixo de 80 mg L<sup>-1</sup>.

Diariamente, foram coletadas e analisadas sob estereomicroscópio amostras de 10 larvas de cada tanque para identificação dos estágios larvais, de acordo com GUEST (1979).

No período de janeiro a março de 2015 foram realizados dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições cada, conforme descrição a seguir:

**a) Experimento I: Determinação do horário de fornecimento de náuplios de *Artemia*.**

Foi realizada a avaliação da influência do horário de fornecimento de náuplios de *Artemia* sobre a sobrevivência, massa final seca e tempo de duração da larvicultura nos estágios iniciais de *M. amazonicum*.

A partir do segundo dia de cultivo (larvas no estágio II), o fornecimento de náuplios recém-eclodidos de *Artemia* foi realizado em três horários (tratamentos): às 07:30 h (*Artemia* fornecida no Início da Manhã - AIM); às 12:00 h (*Artemia* fornecida ao Meio-Dia - AMD); às 16:30 h (*Artemia* fornecida ao Final da Tarde - AFT). O período experimental foi encerrado quando as larvas atingiram o estágio VI de desenvolvimento.

A quantidade de náuplios fornecida foi ajustada diariamente, a partir da estimativa do consumo (estimativa de náuplios restantes no tanque após 24 h) e conforme o estágio larval predominante no tanque.

Diariamente, foram verificadas as variáveis limnológicas, realizada a limpeza dos tanques de experimentação por sifonamento e a confirmação dos

estágios larvais. O controle das concentrações dos compostos nitrogenados foi realizado em dias alternados.

A despesca foi realizada quando 80% das larvas (porcentagem determinada por meio de amostragens aleatórias e verificadas em estereomicroscópio) atingiram o estágio VI, fase na qual se inicia a oferta de alimento inerte para complementação da dieta das larvas. Para realizar a despesca, o sistema de recirculação de água dos tanques foi interrompido, porém, a aeração permaneceu em funcionamento. Os mesmos foram esvaziados e as larvas sobreviventes foram coletadas e contadas individualmente.

A massa seca das larvas foi obtida a partir da coleta aleatória de 200 larvas de cada tanque, posteriormente separadas em 10 lotes de 20 animais cada, e acondicionadas em cartuchos de papel alumínio, previamente pesados e identificados de acordo com cada tratamento (massa inicial). Em seguida, estes foram colocados em placas de Petri e mantidos em estufa a 60°C por 12 h. Posteriormente, as placas foram transferidas para um dessecador por 2h, e após esse período, cada cartucho foi novamente pesado (massa final) em balança Mettler Toledo de precisão de 1mμ. A massa seca foi determinada por meio da diferença entre a massa final e a massa inicial dos cartuchos.

#### **b) Experimento II: Frequência de arraçoamento de alimento inerte na larvicultura de *M. amazonicum*.**

Para verificar a possível influência da frequência de arraçoamento de alimento inerte no desenvolvimento final das larvas de *M. amazonicum*, estas foram mantidas e alimentadas de acordo com o protocolo adotado por MACIEL (2007), consistindo de fornecimento de náuplios de *Artemia* recém-eclodidos a partir do segundo dia após a eclosão das larvas. A partir do estágio V de desenvolvimento larval, no qual as larvas aceitam o alimento inerte (AI), este foi fornecido, de acordo com os seguintes tratamentos: duas vezes ao dia, às 08:00 e 17:00 h (Tratamento AI2); três vezes ao dia, às 08:00; 12:30 e 17:00 h

(Tratamento AI3) e quatro vezes ao dia, às 08:00; 11:00, 14:00 e 17:00 h (Tratamento AI4). Também foram fornecidos, às 10:00 h, náuplios de *Artemia* durante o período experimental, segundo recomendações de MACIEL (2007), em quantidades diárias ajustadas de acordo com o consumo das larvas.

O alimento inerte consistiu de ração úmida, preparada de acordo com a formulação descrita em VALENTI *et al.* (1998). A quantidade fornecida foi ajustada de acordo com o estágio larval predominante, identificado sob estereomicroscópio (segundo GUEST, 1979) em amostragens diárias de 10 larvas de cada tanque de experimentação.

Diariamente, foram verificadas as variáveis limnológicas, realizada a limpeza dos tanques de experimentação por sifonamento e a confirmação dos estágios larvais. O controle das concentrações dos compostos nitrogenados foi realizado em dias alternados.

A despesca foi realizada quando observada, em cada unidade experimental, proporção de pós-larvas acima de 80%, determinadas por meio de amostragens aleatórias e verificadas em estereomicroscópio. Para realizar a despesca, o sistema de recirculação de água do tanque foi interrompido, porém a aeração permaneceu em funcionamento.

Aos poucos, as PL's foram transferidas para béqueres contendo uma mistura da água do tanque de cultivo e água doce e posteriormente, foram contadas individualmente para cálculo da sobrevivência. Para obter a massa seca das pós-larvas, foi adotado o mesmo procedimento descrito para as larvas no Experimento I.

### **c) Análise Estatística**

As análises estatísticas foram realizadas com o software Statistica versão 7.0 (StatSoft, Inc. 1984 – 2004). As médias e os desvios padrão de todas as variáveis abióticas analisadas (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, salinidade, amônia, nitrito e nitrato), foram calculadas para verificar a

variabilidade das condições experimentais. A verificação de diferenças estatísticas da sobrevivência, massa final e duração da larvicultura (em dias) entre os tratamentos, nos dois experimentos, foram realizadas por meio do teste de hipótese paramétrico ANOVA. A normalidade e homogeneidade das variâncias foram testadas nos resíduos, respectivamente, com o teste de Shapiro-Wilk e de Bartlett. Quando o resultado da ANOVA foi significativo ( $p < 0,05$ ), o teste a posteriori de Tukey foi utilizado para detectar diferenças entre tratamentos. Os dados de sobrevivência expressos em percentagens foram previamente transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ , antes da realização do teste de hipótese, para satisfazer os requisitos da análise (ZAR, 2010).

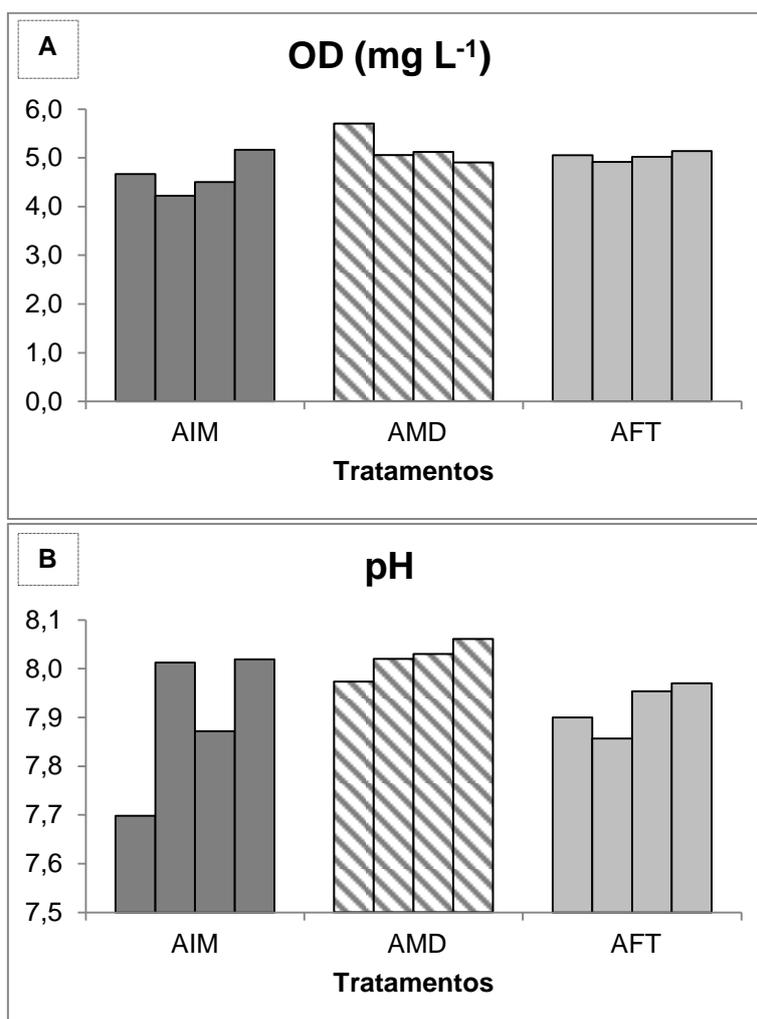
## Resultados

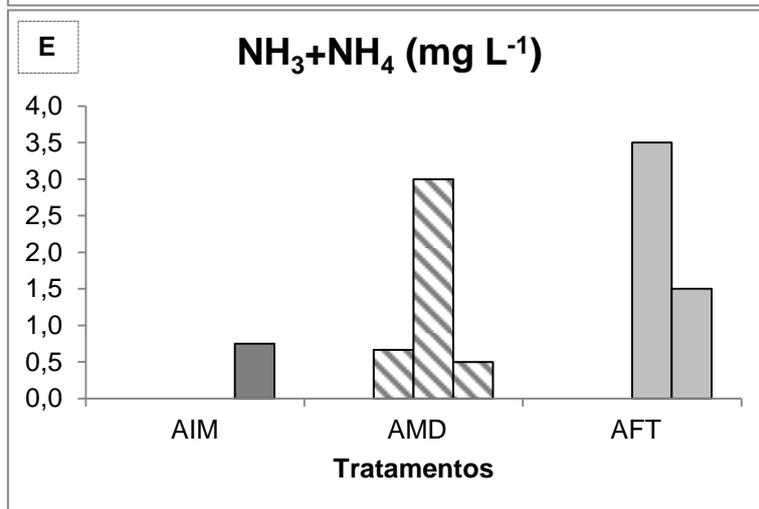
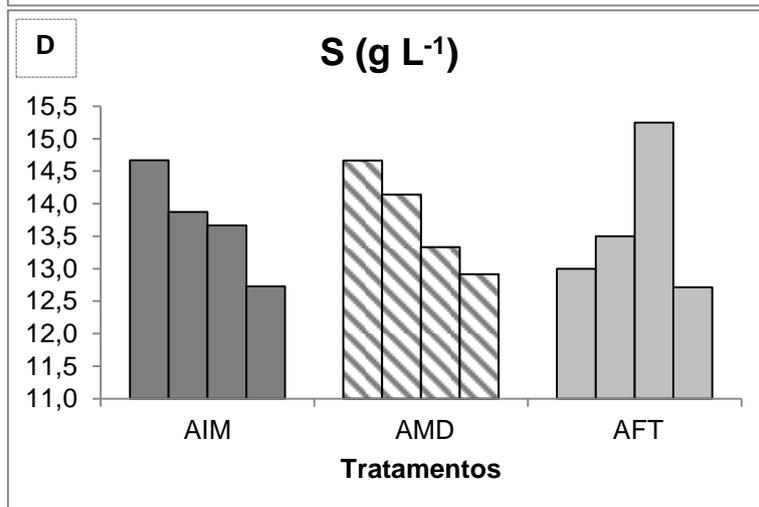
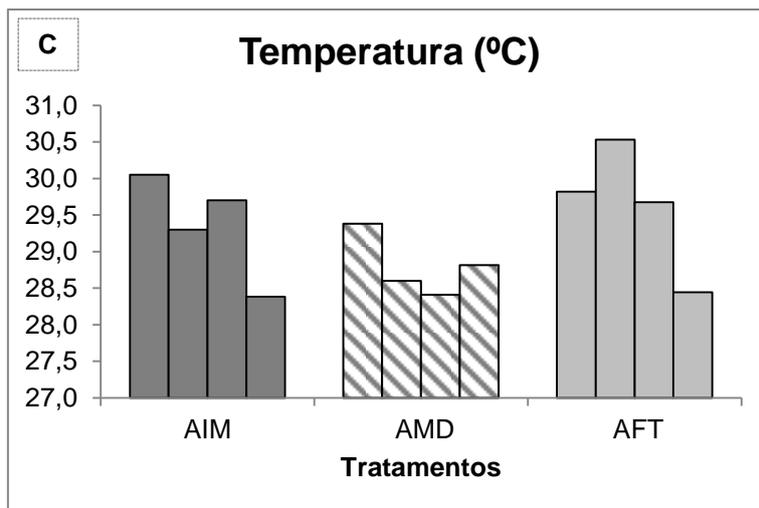
### **a) Experimento I: Determinação do horário de fornecimento de náuplios de *Artemia*.**

Os diferentes horários de fornecimento de náuplios de *Artemia* avaliados não afetaram à qualidade de água (Tabela 1). Os compostos nitrogenados foram mantidos de acordo com as recomendações de MORAES-VALENTI e VALENTI (2010); entretanto, o tratamento AFT apresentou maior variação nas concentrações de amônia e nitrito; para o nitrato, a maior amplitude foi verificada no tratamento AMD (Figura 1).

Tabela 1 - Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis limnológicas da água dos tanques de larvicultura de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 07:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; T: temperatura; S: salinidade;  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ : amônia;  $\text{NO}_2$ : nitrito;  $\text{NO}_3$ : nitrato (n = 4).

Variável	Tratamento		
	AIM	AMD	AFT
OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4,64 $\pm$ 0,40	5,19 $\pm$ 0,35	5,03 $\pm$ 0,09
pH	7,90 $\pm$ 0,15	8,02 $\pm$ 0,04	7,92 $\pm$ 0,05
T ( $^{\circ}\text{C}$ )	29,40 $\pm$ 0,70	28,80 $\pm$ 0,40	29,60 $\pm$ 0,90
S ( $\text{g L}^{-1}$ )	13,70 $\pm$ 0,80	13,8 $\pm$ 0,80	13,60 $\pm$ 1,10
$\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,19 $\pm$ 0,38	1,04 $\pm$ 1,34	1,25 $\pm$ 1,66
$\text{NO}_2$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,00 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,50	2,50 $\pm$ 5,00
$\text{NO}_3$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4,96 $\pm$ 3,47	5,06 $\pm$ 4,87	5,25 $\pm$ 1,66





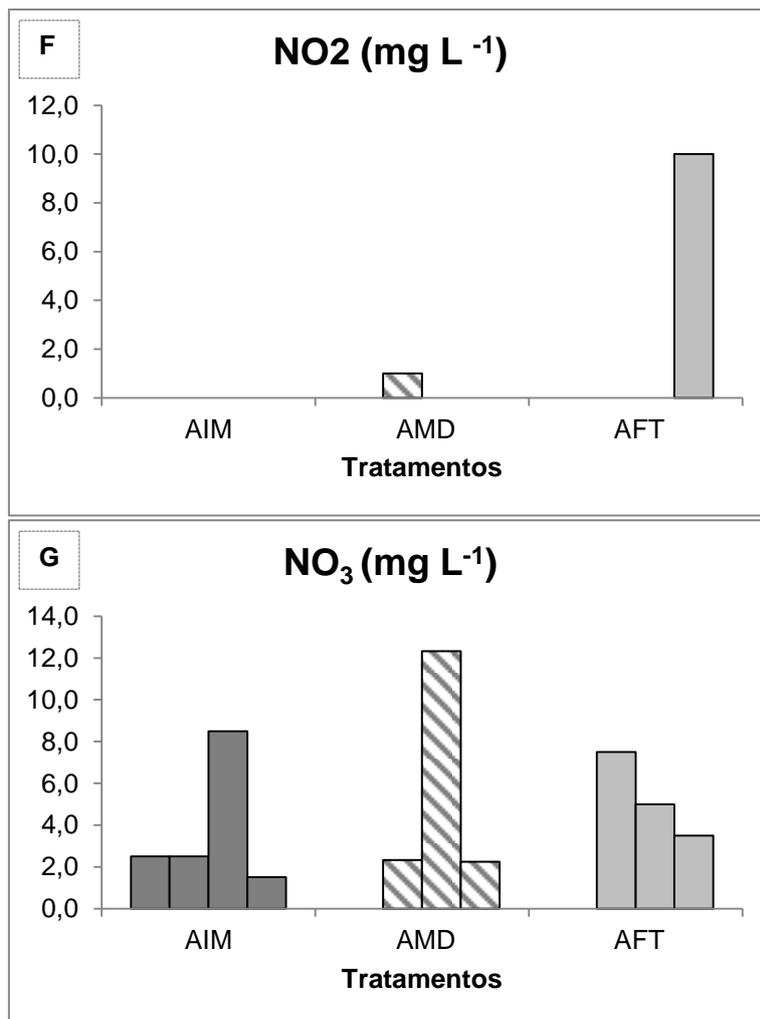


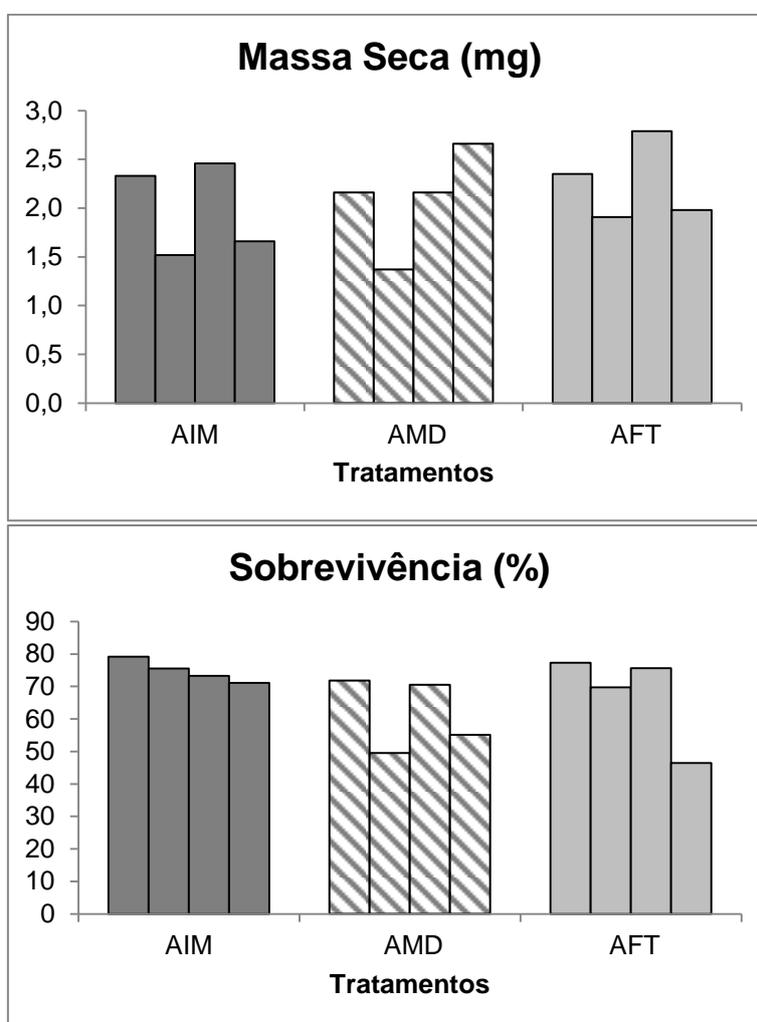
Figura 1 – Resultados médios das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura em cada repetição de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. A: oxigênio dissolvido (OD); B: potencial hidrogeniônico (pH); C: temperatura (T); D: salinidade (S); E: amônia (NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>); F: nitrito (NO<sub>2</sub>); G: nitrato (NO<sub>3</sub>).

A massa seca das larvas, a sobrevivência e a duração do desenvolvimento larval não apresentaram diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, embora, numericamente, o tratamento AIM tenha apresentado maior média na taxa de sobrevivência (Tabela 2). A variação dos parâmetros zootécnicos em cada repetição estão apresentados na Figura 2.

Tabela 2 - Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis: massa seca final (MS) das larvas, sobrevivência (S) e dias de larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h.

Variável	Tratamento		
	AIM	AMD	AFT
MS (mg)	1,99 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	2,09 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	2,26 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>
S (%)	74,80 $\pm$ 3,50 <sup>a</sup>	61,70 $\pm$ 11,10 <sup>a</sup>	67,30 $\pm$ 14,30 <sup>a</sup>
DL (dias)	8,30 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>	7,50 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>	7,50 $\pm$ 1,70 <sup>a</sup>

Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida pelo teste de Tukey;  $p < 0,05$ ).



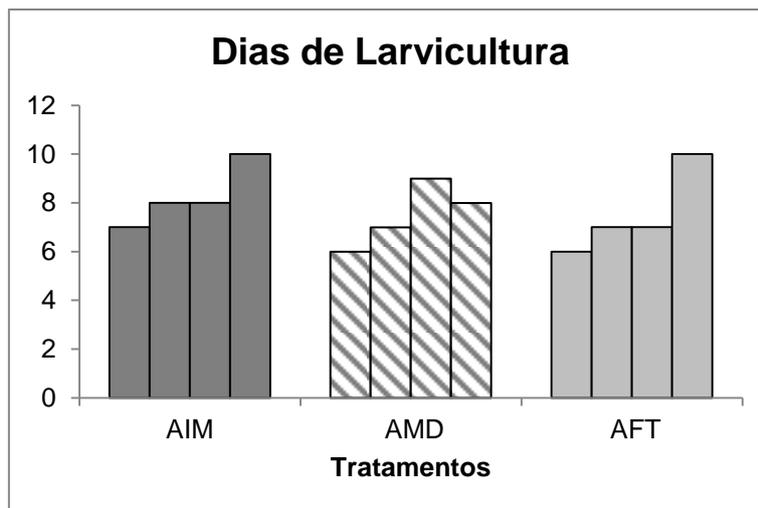


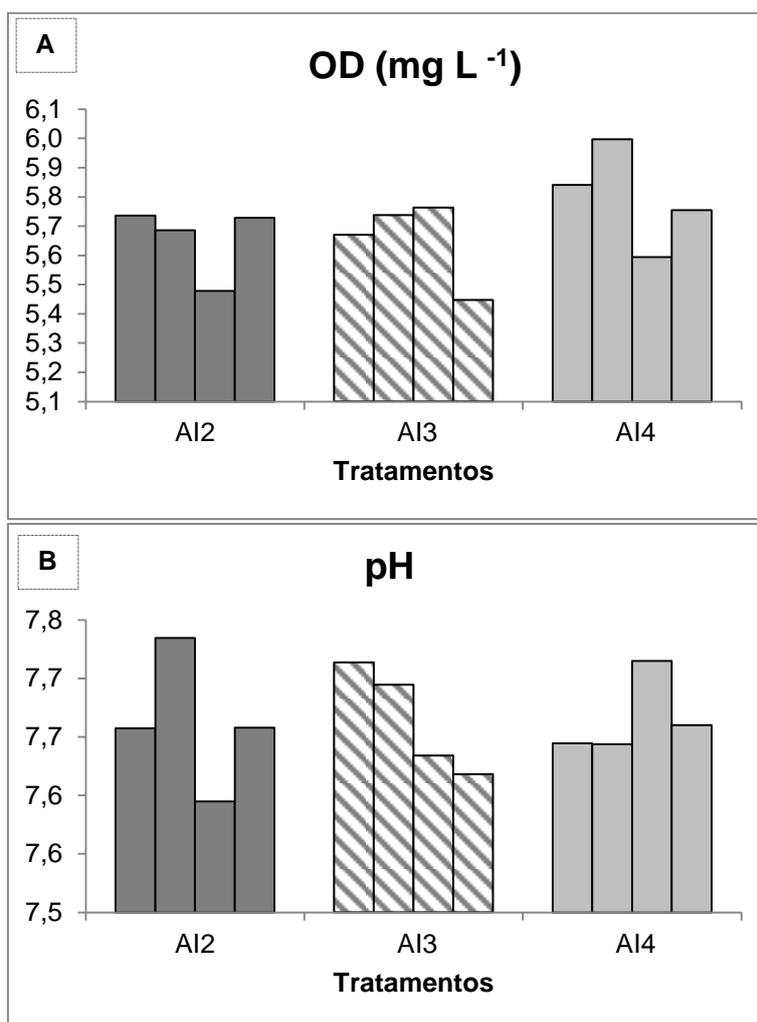
Figura 2 – Resultados das variáveis de produção em cada repetição de acordo com os tratamentos: AIM: fornecimento de *Artemia* às 7:30 h; AMD: fornecimento de *Artemia* às 12:00 h; AFT: fornecimento de *Artemia* às 16:30 h. Massa seca (mg) das larvas, Sobrevivência (%) e Dias de larvicultura (DL).

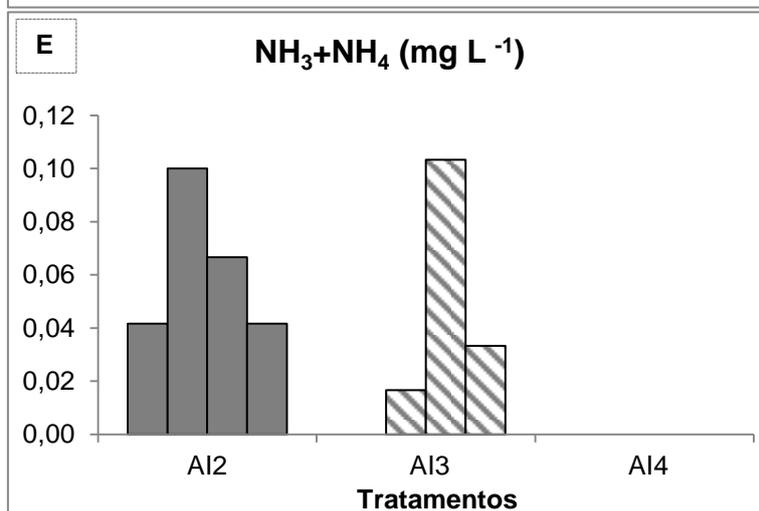
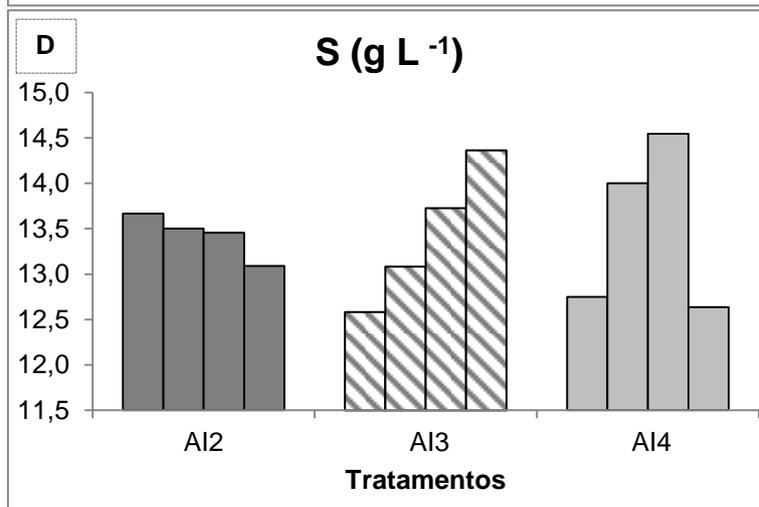
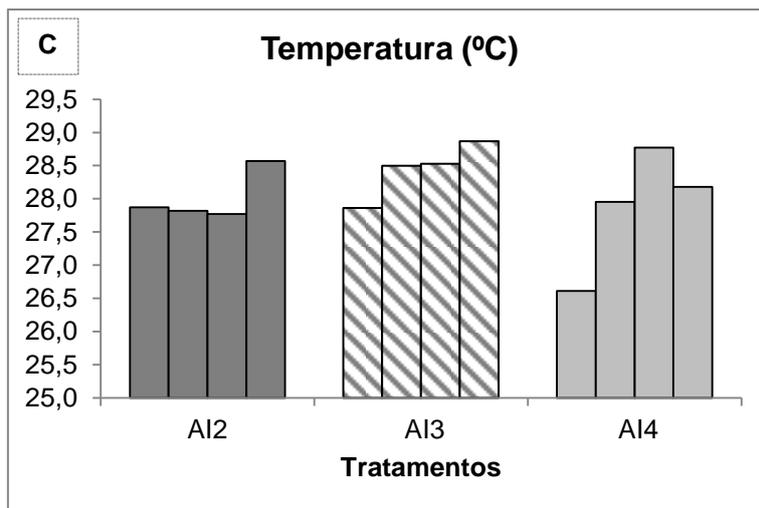
**b) Experimento II: Frequência de fornecimento de alimento inerte na larvicultura de *M. amazonicum*.**

A frequência de fornecimento de alimento inerte, não influenciou na qualidade de água, e os compostos nitrogenados se mantiveram dentro dos padrões recomendados por MORAES-VALENTI e VALENTI (2010) durante o experimento (Tabela 3). Entretanto, maior variabilidade na qualidade da água foi verificada no tratamento AI3, principalmente em relação à amônia (Figura 3).

Tabela 3 - Médias ( $\pm$  desvio padrão) das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de ração inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de ração inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de ração inerte 4 vezes ao dia. Legenda das variáveis: OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; T: Temperatura; S: salinidade;  $\text{NH}_3+\text{NH}_4$ : amônia;  $\text{NO}_2$ : nitrito;  $\text{NO}_3$ : nitrato.

Variável	Tratamento		
	AI2	AI3	AI4
OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	5,66 $\pm$ 0,12	5,65 $\pm$ 0,14	5,80 $\pm$ 0,17
pH	7,66 $\pm$ 0,06	7,67 $\pm$ 0,05	7,67 $\pm$ 0,03
T ( $^{\circ}\text{C}$ )	28,00 $\pm$ 0,40	28,40 $\pm$ 0,40	27,90 $\pm$ 0,90
S ( $\text{g L}^{-1}$ )	13,40 $\pm$ 0,20	13,40 $\pm$ 0,80	13,50 $\pm$ 0,90
$\text{NH}_3+\text{NH}_4$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,06 $\pm$ 0,03	0,04 $\pm$ 0,05	0,00 $\pm$ 0,00
$\text{NO}_2$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,06 $\pm$ 0,03	0,07 $\pm$ 0,04	0,09 $\pm$ 0,04
$\text{NO}_3$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4,49 $\pm$ 1,61	3,36 $\pm$ 1,32	4,08 $\pm$ 2,04





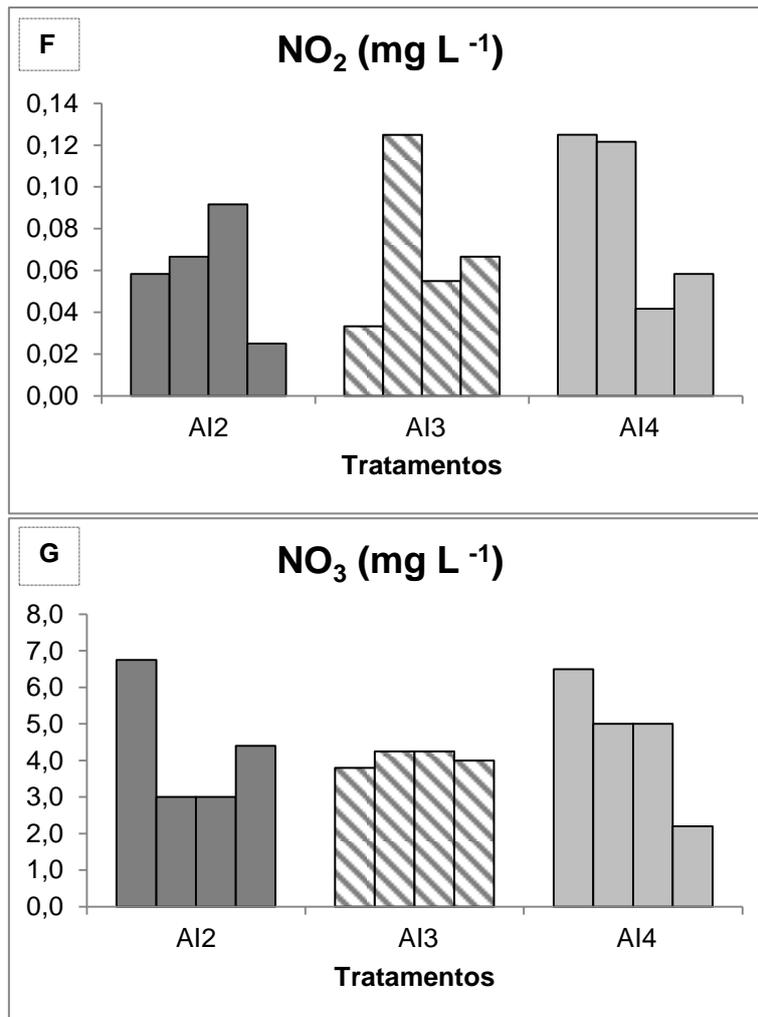


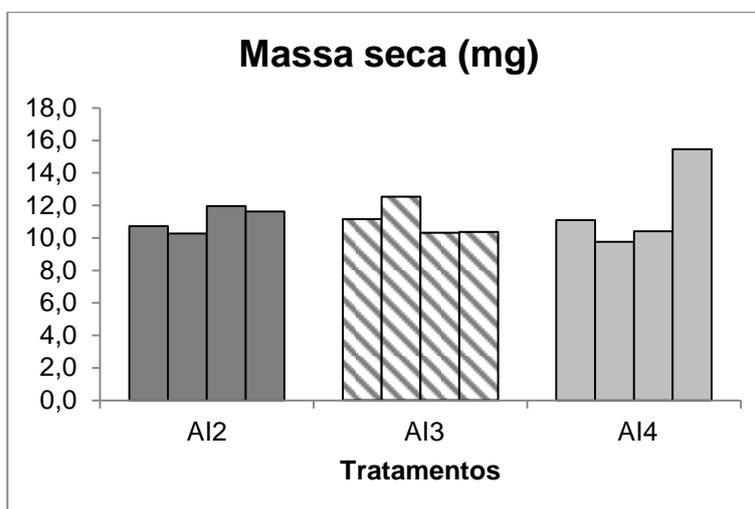
Figura 3 – Resultados das variáveis limnológicas dos tanques de larvicultura em cada repetição de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de ração inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de ração inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de ração inerte 4 vezes ao dia. A: oxigênio dissolvido (OD); B: potencial hidrogeniônico (pH); C: temperatura (T); D: salinidade (S); E: amônia (NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>); F: nitrito (NO<sub>2</sub>); G: nitrato (NO<sub>3</sub>).

As médias das variáveis de produção avaliadas não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 4). Porém, verificou-se grande variabilidade na taxa de sobrevivência (Figura 4).

Tabela 4 - Médias ( $\pm$  desvio padrão) para as variáveis: massa seca final (MS), sobrevivência (S) e dias de larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: AI2: Fornecimento de alimento inerte 2 vezes ao dia; AI3: Fornecimento de alimento inerte 3 vezes ao dia; AI4: Fornecimento de alimento inerte 4 vezes ao dia.

Variável	Tratamento		
	AI2	AI3	AI4
MS (mg)	11,15 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup>	11,09 $\pm$ 1,04 <sup>a</sup>	11,68 $\pm$ 2,58 <sup>a</sup>
S (%)	42,40 $\pm$ 13,00 <sup>a</sup>	52,50 $\pm$ 8,40 <sup>a</sup>	47,60 $\pm$ 10,00 <sup>a</sup>
DL (dias)	20,30 $\pm$ 1,00 <sup>a</sup>	19,80 $\pm$ 1,00 <sup>a</sup>	20,50 $\pm$ 1,70 <sup>a</sup>

Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida pelo teste de Tukey;  $p < 0,05$ ).



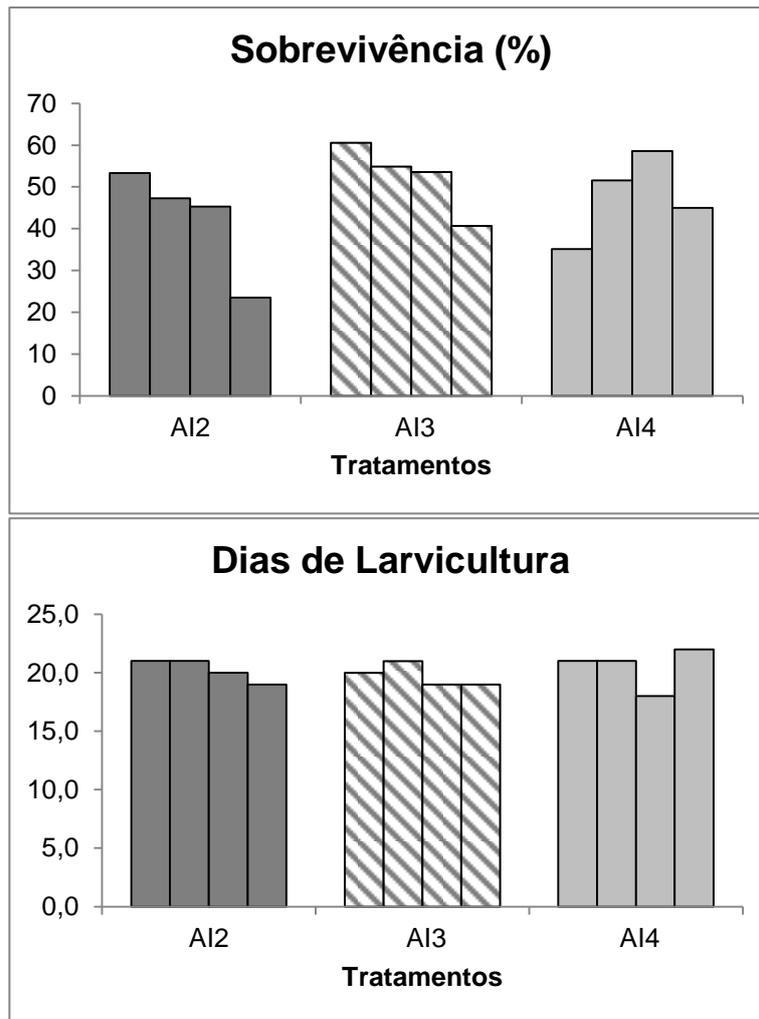


Figura 4 – Resultados das variáveis de produção em cada repetição de acordo com os tratamentos: A12: Fornecimento de alimento inerte 2 vezes ao dia; A13: Fornecimento de alimento inerte 3 vezes ao dia; A14: Fornecimento de alimento inerte 4 vezes ao dia. Massa seca (mg), Sobrevivência (%) e dias de larvicultura (DL).

## Discussão

As variáveis limnológicas se mantiveram na faixa adequada para a larvicultura de *M. amazonicum* em ambos os experimentos. Oxigênio dissolvido, pH, temperatura e salinidade nos dois experimentos apresentaram valores próximos aos obtidos por outros autores que estudaram a larvicultura desta espécie (MORAES-RIODADES *et al.* 2006; MACIEL, 2007; NOGUEIRA, 2008; VETORELLI, 2008; PAVANELLI, 2010; ARAÚJO e VALENTI, 2011; HAYD *et al.* 2014). No tratamento AIM (Exp. I) o oxigênio dissolvido apresentou

média inferior ( $4,64 \text{ mg L}^{-1}$ ) ao recomendado (mínimo  $5 \text{ mg L}^{-1}$ ). Entretanto, esse resultado não influenciou significativamente o desempenho zootécnico das larvas. A salinidade média apresentou ligeiro aumento nos dois experimentos (13), mas essa alteração não interferiu no crescimento e metamorfose.

Segundo VETORELLI (2008), o oxigênio dissolvido mantido em níveis próximos a  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , pH entre 7,8 e 8,4 e a salinidade 12 proporcionam maior taxa de metamorfose e rentabilidade na larvicultura dessa espécie; e PAVANELLI (2010) afirma que a melhor faixa de temperatura ocorre entre 26 a  $32^{\circ}\text{C}$ .

Com relação aos subprodutos nitrogenados, no Experimento I, a concentração de amônia esteve dentro dos limites seguros, indicados por MORAES-VALENTI e VALENTI (2010). Já a concentração média de nitrito no tratamento AFT foi três vezes superior à faixa desejável ( $0,8 \text{ mg L}^{-1}$  porém, pode-se inferir que isso não interferiu negativamente na média das variáveis de desempenho zootécnico do tratamento em relação aos demais ( $p > 0,05$ ) pois, segundo MORAES-VALENTI e VALENTI (2010), exposições pontuais como as observadas no presente estudo (em apenas uma das repetições), não prejudicam o desenvolvimento larval. Entretanto, convém ressaltar que na repetição em que ocorreu a alta concentração de nitrito, verificou-se menor taxa de sobrevivência e maior tempo de desenvolvimento larval, indicando possível influência negativa desse composto no desempenho zootécnico das larvas. Portanto, é indispensável o monitoramento e controle, por meio da troca parcial da água, dos compostos nitrogenados nos tanques de larvicultura.

No Experimento II, todos os subprodutos nitrogenados estiveram dentro dos limites considerados adequados para o desenvolvimento da espécie.

Embora a taxa de sobrevivência não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos, no tratamento AIM foi observada a menor variabilidade entre as repetições e o maior valor de sobrevivência (74,8%). Esses resultados podem indicar menor canibalismo entre as larvas quando os náuplios são fornecidos pela manhã. Por outro lado, no tratamento AFT, a grande variação na taxa de sobrevivência e maior massa média final, pode

indicar maior ocorrência de canibalismo (e, conseqüentemente, maior ganho de massa e menor tempo de desenvolvimento larval).

ARAÚJO (2005) observou que as larvas de *M. amazonicum* apresentam maior ganho de peso e produtividade em presença de maior intensidade luminosa, fato que pode estar relacionado com o favorecimento da captura de náuplios nos estágios iniciais, resultando em melhor desempenho produtivo e MACIEL (2007) verificou que as larvas de *M. amazonicum* apresentam ritmo trófico circadiano, com alimentação predominantemente diurna e comportamento alimentar ativo nesse período. Assim, recomenda a oferta única de náuplios em maior densidade no período diurno, o que favorece a chance de encontro. Além disso, esse manejo minimizaria a mão-de-obra, pois haveria uma única eclosão de *Artemia*, apenas uma oferta de alimento e os náuplios ricos em vitelo estariam disponíveis na fase em que ocorre maior taxa de ingestão.

A massa média final seca das larvas nos estágios iniciais (estágio VI) foi de 2,1 mg entre os tratamentos do Experimento I (10 lotes contendo 20 animais cada), e ARAÚJO (2005) obteve larvas no estágio III com peso seco de 0,078 mg (10 lotes com 5 animais cada); a autora indica que a luminosidade melhora o desempenho das larvas quanto ao ganho de peso e desenvolvimento larval.

O período de duração da larvicultura nos estágios iniciais não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, sendo os mesmos encerrados entre 7 e 8 dias. ARAÚJO (2005) obteve larvas no estágio VI com 8 dias e CARMALAC e HAYD (dados não publicados) alcançaram larvas no estágio V entre 12 e 13 dias; esses resultados podem receber interferência das variáveis da qualidade da água como a salinidade e temperatura, que são variáveis importantes para o crescimento das larvas e precisam manter-se em níveis indicados para a espécie (VETORELLI, 2008 E PAVANELLI, 2010).

No Experimento II, o alimento inerte foi bem aceito pelas larvas a partir do estágio VI, no entanto, a frequência de fornecimento de alimento inerte não influenciou significativamente as variáveis de produção entre os tratamentos. Porém, a sobrevivência média foi superior (52,4%) quando o alimento inerte foi ofertado três vezes ao dia (AI3) em relação aos tratamentos AI2 e AI4 (10 e

5%) respectivamente, o que configura um acréscimo importante na quantidade final de pós-larvas quando se considera a escala comercial de produção.

A frequência alimentar é um fator importante e pode ser limitante para o desenvolvimento das larvas, pois caso não haja alimento na quantidade necessária para suprir a exigência nutricional, as larvas podem praticar o canibalismo ou entrar em período de inanição. O oferecimento do alimento em porções ao longo do dia aumenta a chance de encontro dos animais com as partículas de ração. Se as larvas não realizarem esforços para capturar o alimento, as refeições poderão ser pontuais, pois a maior disponibilidade do alimento inerte ocorre após a oferta. Mesmo com aeração, a ração fornecida é decantada para o fundo do tanque de cultivo após algum tempo, tornando-se menos acessível para as larvas planctônicas (MACIEL, 2007).

A massa média final seca entre os três tratamentos foi de 11,3 mg no Experimento II (10 lotes com 20 animais cada). As PL's apresentaram massa média final seca mais alta que MACIEL (2007), que obteve médias entre 1,04 e 1,18 mg (5 lotes com 10 animais cada). A autora observou que as larvas que ingeriram mais alimentos atingiram mais peso na fase PL, mas não metamorfose precoce. Assim, o tamanho de PL's recém-metamorfoseadas é dependente do tempo de cultivo da larvicultura, da densidade de estocagem e da quantidade de alimento ingerida pelas larvas. A digestibilidade e a assimilação dos nutrientes da dieta inerte podem ficar comprometidas e acarretar na redução do peso das pós-larvas (MACIEL, 2007).

O tempo médio de duração da larvicultura até a metamorfose entre os tratamentos do Experimento II foi de 20 dias; o que indica que o presente estudo se manteve dentro do período já alcançado por outros autores com a mesma espécie estudada como VETORELLI (2008) que obteve pós-larvas com 18-19 dias, e MACIEL (2007) que concluiu a larvicultura com 19 dias. Para *M. rosenbergii*, nos experimentos de DAVID (2011) as despescas aconteceram entre 20 e 23 dias, e THOMAZ *et al.* (2004) verificaram a ocorrência de metamorfose com 35 dias. Algumas variáveis limnológicas são importantes e influenciam para que esse período de desenvolvimento larval possa ser menor, como a temperatura e salinidade dentro da faixa ótima para o crescimento e

metamorfose das larvas, e isso leva a uma melhor produtividade (VETORELLI, 2008; PAVANELLI, 2010). Um dia a mais no cultivo, representa um ciclo de produção a menos por ano, e conseqüentemente diminui a produção anual de PL's (MORAES-RIODADES, 2005).

Os resultados obtidos no presente estudo, indicam que a oferta de alimento vivo (náuplios de *Artemia*) pode ser realizada no período do início da manhã (às 07:30 h) nos estágios larvais iniciais e, a partir do estágio VI, a alimentação pode ser complementada com o fornecimento do alimento inerte três vezes ao dia (às 08:00, 12:30 e 17:00 h). Apesar de não ter sido verificada diferença estatística no desempenho zootécnico das larvas entre os tratamentos, 10% a mais na sobrevivência média em relação ao pior tratamento deve ser considerada em um cultivo comercial.

### **Conclusões**

Como a adequação do regime alimentar é um dos fatores cruciais à larvicultura de crustáceos, a partir dos resultados obtidos, pode-se indicar como manejo alimentar para as larvas de *Macrobrachium amazonicum*, o fornecimento de náuplios de *Artemia* no período da manhã – 07:30 h nos estágios iniciais (II ao V), e o fornecimento de alimento inerte a partir do estágio VI até a metamorfose em três porções diárias – às 08:00, 12:30 e 17:00 h, visando melhor aproveitamento do alimento e a manutenção da qualidade da água.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à FAPESP pelo auxílio financeiro (Processo 2013/22089-3, Vinculado ao Auxílio à Pesquisa 2013/16281-9) para a realização do trabalho e a CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

## Referências

- ANGER, K. e HAYD, L. 2009. From lecithotrophy to planktotrophy: ontogeny of larval feeding in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquatic Biology*, 7: 19-30.
- ANGER, K. e HAYD, L. 2010. Feeding and growth in early larval shrimp *Macrobrachium amazonicum* from the Pantanal, south western Brazil. *Aquatic Biology*, 9(3): 251–261.
- ARAÚJO, M. C. 2005. *Efeitos da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 96 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/144136/000330173.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28.06.2015.
- ARAÚJO, M.C. e VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265(1-4): 187-193.
- ARAUJO, M.C. e VALENTI, W.C. 2011. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2): 155–164.
- BARROS, H.P. e VALENTI, W.C. 1997. 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.
- BARROS H.P. e VALENTI, W.C., 2003. Food intake of *Macrobrachium rosenbergii* during larval development. *Aquaculture* 216 165–176.
- CARMALAC, L. S. e HAYD, L. (dados não publicados). Desenvolvimento larval de *Macrobrachium amazonicum* em laboratório submetido a diferentes salinidades.
- CARVALHO, J. e MATHIAS, M.A.C. 1998. Larvicultura em sistema fechado estático. In: Valenti, W.C. *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões*. FAPESP/IBAMA. p.91-110.
- DANIELS, W.H.; D'ABRAMO, L.R.; PARSEVAL, L.D. 1992. Design and management of a closed, recirculating “clearwater” hatchery system for freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879. *Journal Shellfish Research*, 11: 65-73.
- DAVID, F.S. 2011. *Efeito da intensificação na larvicultura do camarão-da-malásia Macrobrachium rosenbergii*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 114 p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/86730>. Acesso em 05.11.2015.

FAO. 2014 Cultured Aquatic Species Information Programme. *Macrobrachium rosenbergii*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by New, M. B. In: *FAO Fisheries 25 and Aquaculture Department*. Rome. Disponível em: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium\\_rosenbergii/en#tcNA00FE](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium_rosenbergii/en#tcNA00FE). Acesso em 10.07.2016.

Guest, W. C. 1979. Laboratory life history of the Palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 37 (2): 141-151.

HAYD, L.A.; ANGER, K.; VALENTI, W.C. 2008. The moulting cycle of larval Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* reared in the laboratory. *Nauplius*, 16(2), 55–63.

HAYD, L.A.; LEMOS, D.; VALENTI, W.C. 2014. Effects of Ambient Nitrite on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*, larvae. *Journal of The World Aquaculture Society*, v. 45, n. 1, p. 54-64.

HENRIQUES, V.M.C; MEDEIROS, G.F.; NEW, M.B.; NAKAGHI, L.S.O.; VALENTI, W.C. 2014. Ontogenetic development of sensory structures on the antennules and antennae of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Journal Shellfish Research*.; 33(3): 833-840.

HOLTHUIS, L. B. e PETER, K. L. NG, 2010. Nomenclature and Taxonomy. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D'Abramo and M.N. Kutty), pp. 12–17. Wiley-Blackwell, Oxford.

KUTTY, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000. Culture of other prawn species. In: *Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii* (ed. by M.B. New and W.C. Valenti), pp. 393–410. Blackwell Science, Oxford.

MACIEL, C., R. 2007. *Alimentação do camarão-da-amazônia Macrobrachium Amazonicum durante a fase larval*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 122 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/100231>. Acesso em 17.05.2015.

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

MACIEL, C.R. e VALENTI, W.C. 2012. Effect of tank colour on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture Research*, doi:10.1111/are.12048.

MACIEL, C.R.; NEW, M; VALENTI, W.C. 2012 The predation of *Artemia* nauplii by the larvae of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller , 1862), is affected by prey density , time of day and ontogenetic development. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(5), 659–669.

MARQUES, H.L.A. e MORAES-VALENTI, P.M.C. 2012. Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man

1879) and the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in Brazil. *Aquaculture Research*. 43: 984–992.

MORAES-RIODADES, P.M.C.; KIMPARA, J.M.; VALENTI, W.C., 2006. Effect of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(3):311-319.

MORAES-VALENTI, P.M.C. e VALENTI W.C. 2010. Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: *Freshwater Prawns; Biology and Farming* (ed. by M.B. New, W.C. Valenti, J.H. Tidwell, L.R. D'Abramo and M.N. Kutty), pp. 485–501. Wiley-Blackwell, Oxford.

NEW, M.B. e NAIR, C.M. 2012. Review article: Global scale of freshwater prawn farming. *Aquaculture Research*. 2012, 43, 960–969.

NOGUEIRA, M. 2008. *Estudo da qualidade dos efluentes gerados em diferentes fases do cultivo do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 77 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/100211>. Acesso em 23.03.2016.

PAVANELLI, C.A.M. 2010. *Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum, em diferentes temperaturas*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 115 p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86680/pavanelli\\_cam\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86680/pavanelli_cam_me_jabo.pdf?sequence=1). Acesso em 05.11.2015.

THOMAZ, L. A.; OSHIRO, L; M. Y.; BAMBOZZI, A. C.; SEIXAS FILHO, J. T., (2004). Desempenho larval do camarão-d'água-doce (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) submetido a diferentes regimes alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1934-1941.

VALENTI, W.C. 2007. Current status of freshwater prawn culture in Brazil. In: *Freshwater prawns: advances in biology, aquaculture & marketing* (ed. by C.M. Nair, D.D. Nambudiri, S. Jose, T.M. Sankaran, K.V. Jayachandran and K.R. Salin), pp. 105–110. Allied Publishers, New Delhi.

VALENTI, W.C.; MALLASEN, M.; SILVA, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinâmico. In: Valenti, W.C. (Ed) *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para produção de camarões*. FAPESP/IBAMA. p.115-143.

VALENTI, W.C.; DANIELS, W.H.; NEW, M.B.; CORREIA, E.S. 2010. Hatchery systems and management. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abramo, L. R. and Kutty, M. N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 p.

VETORELLI, M. P. 2008. *Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, Macrobrachium amazonicum*. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 123 p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP). Disponível em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100214/vetorelli\\_mp\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100214/vetorelli_mp_dr_jabo.pdf?sequence=1). Acesso em 11.11.2015.

ZAR, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*, 5<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall, 944 p.