

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

**VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE UM INOCULANTE COMERCIAL EM
DIFERENTES MODELOS DE BIOFILTROS, NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-
DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).**

Rodrigo Hozana Ferreira

Orientador: Gianmarco Silva David

Co-orientador: Marcello Villar Boock.

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós- graduação em Aquicultura e Pesca do
Instituto Pesca - APTA - SAA, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Aquicultura e Pesca**

São Paulo
Fevereiro -
2021

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

**VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE UM INOCULANTE COMERCIAL EM
DIFERENTES MODELOS DE BIOFILTROS, NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-
DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).**

Rodrigo Hozana Ferreira

Orientador: Gianmarco Silva David

Co-orientador: Marcello Villar Boock.

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós- graduação em Aquicultura e Pesca do
Instituto Pesca - APTA - SAA, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Aquicultura e Pesca**

São Paulo
Fevereiro -
2021

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

F439v Ferreira, Rodrigo Hozana.

Viabilidade de utilização de um inoculante comercial em diferentes modelos de biofiltros, na larvicultura do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) / Rodrigo Hozana Ferreira – São Paulo, 2021.

v; 29f.; il.

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

Orientador: Gianmarco Silva David. Coorientador: Marcello Villar Boock.

1. Camarões de água doce. 2. Larvicultura, compostos nitrogenados. 3. Inoculante.

I. David, Gianmarco Silva. II. Título.

CDD 639.4

Sumário

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. Produção de camarões de água doce no Brasil e no mundo.....	1
1.2. Compostos nitrogenados.....	2
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo Geral	5
2.2. Objetivos Específicos	5
REFERÊNCIAS	6
Capítulo 01	8
Resumo	9
Abstract	10
Introdução	11
3. METODOLOGIA	13
4. RESULTADOS.....	20
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÕES	26
7. REFERÊNCIAS	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar adulto de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	1
Figura 2 - Despesca de Fêmeas ovígeras em viveiro.....	14
Figura 3 - Fêmea ovígera com ovos em estágio inicial de maturação.....	15
Figura 4 - Fêmea ovígera com ovos em estágio final de maturação.....	15
Figura 5 - Inoculante “N- Control” ® utilizado.....	17
Figura 6 - Tanque sem filtragem sem inoculo.....	18
Figura 7 – Tanque sem filtragem com inoculo.....	18
Figura 8 - Filtro Canister com inoculo.....	18
Figura 9 – Filtro Dinâmico com inoculo.....	18
Figura 10 – Balança de precisão.....	19
Figura 11 - Figura 11- Concentração de amônia total $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ (mg L^{-1}) em ordens de coletas.....	11
Figura 12 - Concentração de nitrito NO_2 (mg L^{-1}) em ordens de coletas.....	22
Figura 13 - Concentração de nitrato NO_3 (mg L^{-1}) em ordens de coletas.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de monitoramento – pH; oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T); de acordo com os tratamentos: Controle 1 – Sem Filtro biológico e Sem Inoculação (SFSI); Controle 2 – Sem Filtro biológico e Com Inoculação (SFCI); Filtro tipo Canister Com Inoculação (FCCI) e Filtro biológico Dinâmico Com Inoculação (FDCI).....20

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de avaliação amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$); nitrito (NO_2); e nitrato (NO_3), produção - Peso Médio (PM); Sobrevivência Média (SM) e Dias de Larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: Controle – (SFSI) Sem Filtro biológico e Sem Inoculação; (SFCI) – Sem Filtro biológico e Com Inoculação; (FCCI) - Filtro tipo Canister Com Inoculação; (FDCI) - Filtro biológico Dinâmico Com Inoculação;21

RESUMO

A espécie nativa de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* apresenta boas perspectivas para cultivo comercial no Brasil, principalmente para o mercado de iscas-vivas. No entanto, a falta de larviculturas comerciais dessa espécie ainda é um dos maiores gargalos da atividade, havendo necessidade de se promover pesquisas que busquem reduzir o custo de produção e estimular o surgimento de novas larviculturas comerciais. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da UPD de Pirassununga, Instituto de Pesca, utilizando-se larvas provenientes de reprodutores cultivados na UPD. O presente estudo teve por objetivo avaliar a viabilidade técnica da utilização de um inoculante comercial em dois diferentes modelos de biofiltros na larvicultura de *M. amazonicum*. Os tratamentos estudados foram: sem filtragem com inoculo (SFCI) e sem filtragem e sem inoculo (SFSI), filtro tipo “canister” com inoculo (FTCI), filtro tipo “dinâmico” com inoculo (FDCI). A avaliação dos sistemas de filtração foi realizada por meio das análises dos teores de compostos nitrogenados da água dos tanques de produção e do desempenho produtivo das larvas (sobrevivência, peso seco das larvas e pós-larvas dias de larvicultura). Os resultados demonstraram que o filtro tipo canister associado ao inoculante foi mais eficiente que o filtro dinâmico convencional na remoção do nitrito da água de cultivo, FTCl obteve uma média de $0,13 \pm 0,03$ seguido do FDCI $0,36 \pm 0,15$, enquanto os demais tratamentos não houve uma diferença significativa. Além disso, observou-se que a montagem e manejo deste tipo de filtro é mais rápida e simples que do sistema convencional.

Palavras-chave: camarões de água doce; larvicultura, compostos nitrogenados; inoculante.

ABSTRACT

The native species of freshwater shrimp *Macrobrachium amazonicum* presents good prospects for commercial cultivation in Brazil, mainly for the live bait market. However, the lack of commercial larvicultures of this species is still one of the biggest bottlenecks in the activity, and there is a need to promote research that seeks to reduce the cost of production and encourage the emergence of new commercial larvicultures. The experiments were carried out at the UPD Pirassununga Shrimp Laboratory, Instituto de Pesca, using larvae from breeders grown at the UPD. The present study aimed to evaluate the technical feasibility of using a commercial inoculant in two different biofilter models in *M. amazonicum* larviculture. The treatments studied were: without inoculum filtration (SFCI) and without filtration and without inoculum (SFSI), "canister" filter with inoculum (FTCI), "dynamic" type filter with inoculum (FDCI). The evaluation of the filtration systems was carried out by analyzing the content of nitrogenous compounds in the water of the production tanks and the productive performance of the larvae (survival, dry weight of the larvae and post-larvae days of larviculture). The results showed that the canister filter associated with the inoculant was more efficient than the conventional dynamic filter in removing nitrite from the culture water, FTCI obtained an average of 0.13 ± 0.03 followed by FDCI 0.36 ± 0.15 , while the other treatments did not show a significant difference. In addition, it was observed that the assembly and handling of this type of filter is faster and simpler than the conventional system.

Keywords: freshwater prawns, larviculture, nitrogen compounds, inoculant.

INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Produção de camarões de água doce no Brasil e no mundo.

No Brasil, a espécie nativa com maior potencial para a aquicultura, principalmente para o mercado de iscas vivas, é o *Macrobrachium amazonicum* ou camarão-da-amazônia (FIGURA 1) (Marques e Moraes-Valenti, 2012). O cultivo experimental dessa espécie tem sido realizado com sucesso e atualmente há tecnologia disponível para produzi-la comercialmente (Moraes-Valenti e Valenti, 2010). As larvas nascem como zoea de vida livre, com cerca de 3 mm, passando por cerca de dez a onze estágios larvares. Na primeira fase larvar (Z I) não se alimentam, consumindo nutrientes de seu saco vitelínico. Os Z II também são lecitotróficos, porém facultativos. Passam por uma fase carnívora (Z III), caçando zooplâncton, que é onde reside a dificuldade na criação em aquários. Estas larvas sobrevivem pouco tempo (1 semana) sem alimentação. Em culturas comerciais, nesta fase são alimentadas com náuplios de *Artemia*. Mais adiante podem receber alimentos inertes ricos em proteína.



FIGURA 1 - Exemplar adulto (fêmea) de *M. amazonicum*.

A produção de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* vem crescendo muito, com a produção mundial tendo atingido 300.000 toneladas

no ano de 2001 (Valenti, 2004). Segundo os dados da FAO, entre 1990 e 2016, o volume de *Macrobrachium rosenbergii* produzido no mundo passou de 30.842 para 233.898 toneladas (FAO, 2020).

É importante ressaltar que a carcinicultura de água doce apresenta algumas pequenas vantagens econômicas em relação a carcinicultura de água salgada, pois é uma atividade lucrativa tanto para pequenos produtores, como para grandes produtores, que residem fora da costa marinha, além de apresentar uma demanda para exportação (NEW, 2010) e atender aos preceitos da aquicultura sustentável, ou seja, resulta em ganhos sociais e baixo impacto ambiental (NEW *et al.*, 2010; MORAES-VALENTI; VALENTI, 2010).

A larvicultura de *M. amazonicum* tem sido estudada por diversos autores (Araújo e Valenti, 2011; Hayd *et al.*, 2008; Pavanelli, 2010; Maciel e Valenti, 2012), já sendo viável tecnicamente. Apesar disso, ainda não existem larviculturas comerciais no país e este fato representa um "gargalo" na atividade. Faz-se necessário, portanto, desenvolver tecnologias que sejam de fácil aplicabilidade e que reduzam o custo de produção, estimulando, assim, o surgimento de larviculturas comerciais, para que possam atender à uma futura demanda por pós-larvas.

1.2. Compostos nitrogenados

Uma das principais dificuldades na larvicultura de camarões de água doce é o controle dos subprodutos nitrogenados, resultantes da excreção das larvas e da decomposição da matéria orgânica, em níveis adequados para as larvas (VALENTI, 1985).

Para a eliminação dos compostos nitrogenados na larvicultura de camarões, é utilizado o sistema de filtração fechado dinâmico (recirculação). Este sistema é caracterizado por uma troca contínua de água entre o tanque de cultivo e um biofiltro externo (Valenti *et al.*, 2010). Embora estes biofiltros apresentem baixo custo de construção e manutenção, existem poucas pesquisas que avaliem a remoção dos compostos nitrogenados em sistemas de larvicultura de peixes (Pedreira *et al.*, 2014) e camarões de água doce. Além disso, apresentam algumas desvantagens na sua utilização, tais como baixa taxa de remoção por volume de material filtrante, com consequente aumento em seu tamanho e o risco de entupimento, quando não adequadamente projetados e operados (Eding *et al.*, 2006).

Por outro lado, atualmente existe uma vasta gama de modelos de filtros comerciais utilizados em aquarismo e que podem ser utilizados em sistemas de larvicultura experimentais e comerciais. Entre estes, destacam-se por sua eficiência comprovada para aquários e pela facilidade de instalação e operação, os filtros do tipo “canister”. Esse filtro é instalado externamente ao aquário ou tanque de larvicultura, sendo dotado de uma bomba elétrica interna que succiona a água do tanque e força a sua passagem sob pressão por uma série de camadas filtrantes. A taxa de recirculação destes filtros pode ser superior a 2.200 L h^{-1} , de acordo com o modelo. Por serem muito utilizados em aquarismo, podem ser facilmente adquiridos e colocados em funcionamento em poucos minutos, não exigindo mão de obra especializada para isso. Entretanto, não existem dados sobre a sua utilização na larvicultura de camarões de água doce.

O processo de estabelecimento das comunidades de microrganismos nitrificantes é denominado “maturação” do biofiltro (Valenti et al., 1998). Esse período de maturação é muito variável em função de diversos fatores como tipo e quantidade de substrato. Além disso, fatores como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade e concentração de amônia dissolvida na água são determinantes para a quantidade das bactérias autóctones nitrificantes que colonizam os substratos e, portanto, para a maturação.

Existem várias técnicas de maturação dos biofiltros, sendo a mais comum a adição gradativamente dos compostos NH_4Cl ou NH_4OH no biofiltro (Griessinger et al., 1989; Perfettini e Bianchini, 1990). Considera-se que o sistema está pronto para receber as larvas quando a concentração de compostos nitrogenados, além da oxigenação, salinidade, temperatura, estiverem controlados e estabilizados dentro da faixa adequada ao cultivo, o que significa que já há quantidade suficiente de microrganismos nitrificantes para metabolizar os compostos nitrogenados produzidos nos tanques de larvicultura (Valenti et al., 1998). Valenti et al. (2009) recomendam que o sistema de larvicultura seja preparado pelo menos 10 dias antes do povoamento dos tanques de produção. A maturação também pode ser realizada em tanques destinados à manutenção das comunidades nitrificantes. Nesses tanques o material filtrante (substrato) é mantido imerso em água, com aeração e temperatura controlada e a manutenção da comunidade de bactérias é realizada com a adição periódica de amoníaco. Entretanto, após longos períodos de maturação, as

concentrações de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) nos tanques podem se tornar altas durante a larvicultura, uma vez que não são metabolizados, prejudicando, assim, as larvas.

O nitrato é o produto final do processo de nitrificação e é pouco tóxico, com concentrações letais maiores que $1.000 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$ para algumas espécies utilizadas na aquicultura (Timmons et al., 2002). Em sistemas de recirculação, as concentrações de $\text{NO}_3\text{-N}$ são controladas por meio de limpeza diária do tanque de produção, pois o excesso de matéria orgânica (fezes, restos de alimento, animais mortos) pode resultar em maior concentração nos níveis deste parâmetro, os quais podem se tornar prejudiciais. De acordo com a literatura, o nitrato deve ser mantido em concentrações inferiores a $10 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$ (Pillay and Kutty, 2005), embora New (1990) recomende níveis máximos de 20 mg L^{-1} e segundo Cohen e Ra'Anan (1989), valores até 60 mg L^{-1} não prejudicam o desenvolvimento larval de *M. rosenbergii*.

Reduzindo-se o período de maturação dos biofiltros pode-se, conseqüentemente, reduzir a elevação dos níveis de nitrato durante o período de larvicultura, devido ao tempo de ciclagem dos compostos pelas bactérias. Além disso, o menor tempo gasto com a maturação pode ser utilizado para otimizar a escala de produção, sendo possível aumentar o número de ciclos de produção anuais. A inoculação de biofiltros de larvicultura de *M. amazonicum* com inoculantes comerciais pode ser uma alternativa para a redução deste período. Em aquarismo, existem diversos produtos comerciais que são destinados a este fim e o período de maturação pode ser reduzido para cerca de 4 a 5 dias (observações preliminares). A associação destes produtos com filtros do tipo "canister", pode representar uma considerável melhora no sistema de biofiltração na larvicultura de *M. amazonicum*, sem que haja necessidade de investimento em mão de obra para sua instalação.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do inoculante comercial N-Control em diferentes modelos de biofiltros, na larvicultura do camarão-da-amazônia *M. amazonicum*. Espera-se que a associação deste produto com diferentes biofiltros represente uma inovação tecnológica no manejo da larvicultura de camarões de água doce, aumentando a eficiência da filtração biológica .

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da utilização do inoculante comercial N-Control em diferentes tipos de biofiltros na larvicultura da espécie *Macrobrachium amazonicum*.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar a eficiência do produto comercial na ciclagem de compostos nitrogenados dos tanques de cultivo das larvas.
- b) Avaliar taxas de sobrevivência e melhoria na qualidade da água de cultivo.
- c) Comparar a eficiência do uso do biofiltro tipo Canister, comumente utilizado em aquarismo, com um modelo de filtro biológico dinâmico, utilizado em larviculturas de camarões de água doce, ambos acrescidos do inoculante comercial N-Control.

REFERÊNCIAS

- Araújo, M.C.; Valenti, W.C. 2011. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazonia, *Macrobrachium amazonicum*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2): 155–164.
- Cohen, D. and Ra'Anan, Z. 1989. Intensive closed cycle, *Macrobrachium rosenbergii*: Biofiltration and production strategy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 3, João Pessoa, 1989. Anais... P. 49-69.
- Eding, E.H.; Kamstra, A.; Verreth, J.A.J.; Huisman E.A.; Klapwijk, A. 2006. Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: A review. *Aquacultural Engineering*, 34: 234–260.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. Yearbook of fishery statistics: summary tables. FAO, Roma (obtido via internet, <http://www.fao.org>).
- Griessinger, J.M.; Robin, T.; Pollet, T.; Pierre, M.J. 1989. Progress in use of biological filtration in mass production of *Macrobrachium rosenbergii* post larvae in closed system in French Guiana. In: Aquaculture'89, Los Angeles. Separata. 8p.
- 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.
- Maciel, C.R.; Valenti, W.C. 2012. Effect of tank colour on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture Research*, 45(6): 1041-1050. doi:10.1111/are.12048.
- Marques, H.L.A.; Moraes-Valenti, P.M.C. 2012. Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) and the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in Brazil. *Aquaculture Research*, 43: 984–992.
- Moraes-Valenti, P.M.C.; 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. and Nair, C.M. Global scale of freshwater prawn farming.

- New, M. B., 2010. History and global status of freshwater prawn farming. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abramo, L. R., Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns: biology and farming. Oxford: Wiley-Blackwell. 1-11.
- Pavanelli, C.A.M. 2010. Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes temperaturas. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Dissertação de Mestrado. 115p.
- Pedreira, M.M.; Martins, M.G.; Otoni, C.J.; Dupin, A.E.; Moura, G.S.; Santos, T.G.; Ferreira, T.A. 2014. Biofiltros com diferentes proporções de substratos na larvicultura de piabanha-do-Pardo (*Brycon sp.*). *Zootecnia*, 1(1): 11-17.
- Perfettini, J. and M. Bianchi. 1990. The comparison of two simple protocols designed to initiate and stimulate ammonia oxidation in closed aquaculture systems. *Aquaculture*, 88 : 179-188.
- Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N. 2005. Aquaculture, Principles and Practices. 2nd Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK. 630p.
- Timmons, M.B.; Ebeling, J.M.; Wheaton, F.W.; Summerfelt, S.T.; Vinci, B.J. 2002. Recirculating Aquaculture Systems, 2nd Edition. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY 14850, USA. 800 p. NRAC Publication No. 01-002.
- Valenti, W. C. Camarão de Água doce como agronegócio. In. Anais do congresso da sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática, Vitoria, SC, Brasil. Anais... Sociedade Brasileira de aquicultura e Biologia Aquática (Aquabio), 2004. P. 52.
- Valenti, W.C. 1985. Cultivo de Camarões de Água Doce. São Paulo, Nobel, 82 p.
- Valenti, W.C., Mallasen, M.; Barros, H.P. 2009. Sistema de recirculação e rotina de manejo para larvicultura de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em pequena escala. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1):141-151.
- 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.; Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560p.

Capítulo 01

ARTIGO CIENTÍFICO

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE UM INOCULANTE COMERCIAL EM DIFERENTES MODELOS DE BIOFILTROS, NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).

Evaluation of the Viability of Using a Commercial Inoculant on Different Types of Biofilters in the Larviculture of Amazonian River Prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).

RODRIGO HOZANA FERREIRA, MARCELLO VILLAR BOOCK E
GIANMARCO SILVA DAVID.

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

Rodrigo Hozana Ferreira⁽¹⁾, Marcello Villar Boock⁽¹⁾, Gianmarco Silva David*⁽¹⁾

(1) *Post-graduate Program, Fisheries Institute – Sao Paulo State Agricultural Department, Av. Francisco Matarazzo 455, 05001-900 Sao Paulo, SP, Brazil*

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

* Corresponding author (gianmarco.david@sp.gov.br)

Resumo

A espécie nativa de camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* apresenta boas perspectivas para cultivo comercial no Brasil, principalmente para o mercado de iscas-vivas. No entanto, a falta de larviculturas comerciais dessa espécie ainda é um dos maiores gargalos da atividade, havendo necessidade de se promover pesquisas que busquem reduzir o custo de produção e estimular o surgimento de novas larviculturas comerciais. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da UPD de Pirassununga, Instituto de Pesca, utilizando-se larvas provenientes de reprodutores cultivados na UPD. O presente estudo teve por objetivo avaliar a viabilidade técnica da utilização de um inoculante comercial em dois diferentes modelos de biofiltros na larvicultura de *M. amazonicum*. Os tratamentos estudados foram: sem filtragem com inoculo (SFCI) e sem filtragem e sem inoculo (SFSI), filtro tipo “canister” com inoculo (FTCI), filtro tipo “dinâmico” com inoculo (FDCI). A avaliação dos sistemas de filtração foi realizada por meio das análises dos teores de compostos nitrogenados da água dos tanques de produção e do desempenho produtivo das larvas (sobrevivência, peso seco das larvas e pós-larvas dias de larvicultura). Os resultados demonstraram que o filtro tipo canister associado ao inoculante foi mais eficiente que o filtro dinâmico convencional na remoção do nitrito da água de cultivo, FTCI obteve uma média de $0,13 \pm 0,03$ seguido do FDCI $0,36 \pm 0,15$, enquanto os demais tratamentos não houve uma diferença significativa. Além disso, observou-se que a montagem e manejo deste tipo de filtro é mais rápida e simples que do sistema convencional.

Palavras-chave: camarões de água doce; larvicultura, compostos nitrogenados; inoculante.

Abstract

The native species of freshwater shrimp *Macrobrachium amazonicum* presents good prospects for commercial cultivation in Brazil, mainly for the live bait market. However, the lack of commercial larvicultures of this species is still one of the biggest bottlenecks in the activity, and there is a need to promote research that seeks to reduce the cost of production and encourage the emergence of new commercial larvicultures. The experiments were carried out at the UPD Pirassununga Shrimp Laboratory, Instituto de Pesca, using larvae from breeders grown at the UPD. The present study aimed to evaluate the technical feasibility of using a commercial inoculant in two different biofilter models in *M. amazonicum* larviculture. The treatments studied were: without inoculum filtration (SFCI) and without filtration and without inoculum (SFSI), "canister" filter with inoculum (FTCI), "dynamic" type filter with inoculum (FDCI). The evaluation of the filtration systems was carried out by analyzing the content of nitrogenous compounds in the water of the production tanks and the productive performance of the larvae (survival, dry weight of the larvae and post-larvae days of larviculture). The results showed that the canister filter associated with the inoculant was more efficient than the conventional dynamic filter in removing nitrite from the culture water, FTCI obtained an average of 0.13 ± 0.03 followed by FDCI 0.36 ± 0.15 , while the other treatments did not show a significant difference. In addition, it was observed that the assembly and handling of this type of filter is faster and simpler than the conventional system.

Keywords: freshwater prawns, larviculture, nitrogen compounds, inoculant.

Introdução

A espécie brasileira com maior potencial para o cultivo comercial é a *Macrobrachium amazonicum* (Kutty et al., 2000; Valenti, 2003). Essa espécie apresenta grande importância econômica no Norte e Nordeste do Brasil.

A história de vida dessa espécie já é bem conhecida. *Macrobrachium amazonicum*, apresenta grande plasticidade fisiológica, o que pode ser considerado frequente em espécies que apresentam ampla distribuição geográfica.

A larvicultura é a fase crucial na cadeia produtiva do camarão e requer condições adequadas para o sucesso na produção de pós larvas, como temperatura, ph, salinidade e manejo alimentar.

O ciclo de vida de um crustáceo decápode é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adulto. Na reprodução, a fêmea, geralmente, sofre uma muda pré-cópula e, após, o macho deposita o espermatóforo na região abdominal. A fêmea, então, exterioriza os óvulos, que são fecundados ao passar pela massa de espermatozoides. Os ovos podem ser observados aderidos aos pleópodes do abdômen no dia seguinte a muda (Guest, 1979). A fecundidade de *M. amazonicum* pode variar de 500 a 7.000 ovos (Maciel & Valenti, 2009).

O desenvolvimento e domínio das técnicas de aquicultura têm provocado intensificação nos cultivos de diferentes espécies, existindo uma tendência de incremento na excreção de compostos nitrogenados nesses cultivos (Wasielesky 2000).

Na criação de organismos aquáticos, os resíduos de nitrogênio são degradantes comuns do meio (Tomasso 1994), sendo que a excreção dos organismos cultivados e a degradação dos restos alimentares, as principais fontes dessas substâncias (Gross et al. 2000). Os compostos nitrogenados ocorrem naturalmente no meio aquoso, entretanto, se as concentrações atingirem níveis elevados, pode afetar o crescimento ou provocar mortalidade dos organismos cultivados (Thurston 1980). As formas nitrogenadas mais abundantes nos viveiros de cultivo e que podem provocar danos significativos aos organismos cultivados são a amônia, o nitrito e o nitrato.

A amônia é o produto final do catabolismo proteico da maioria dos organismos aquáticos (Kinne 1976). No meio aquoso, amônia está presente na forma ionizada

(NH_4^+) e não ionizada (NH_3), as quais juntas constituem a amônia total ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$). Muitos pesquisadores concordam que a forma química mais tóxica é a amônia não-ionizada, devido a sua capacidade de difusão pelas membranas celulares (Fromm & Gillette 1968) e, também pelo fato do efeito da amônia ionizada ser considerado menos pronunciado (Yu & Hirayama 1986).

O nitrito é o composto intermediário na nitrificação bacteriana da amônia a nitrato (em meios oxidantes), ou produto da denitrificação do nitrato (em ambientes redutores), sendo tóxico para peixes (Tsai & Chen 2002). Nitrito pode vir a ser bastante tóxico, de acordo com a sua concentração no meio e do estágio de desenvolvimento em que se encontram os organismos cultivados (Thurston 1980). O nitrito é uma forma nitrogenada altamente tóxica para organismos aquáticos, causando mortalidade em larviculturas e sistemas de cultivo (Brownell 1980). O nitrito atua sobre o processo de transporte de oxigênio, transformando hemocianina em metahemocianina, a qual é incapaz de transferir oxigênio para os tecidos (Gross 2004). Com isto, diminui a quantidade de oxigênio disponível para o metabolismo (Tahon et al. 1988) e nestas condições, pode ocorrer hipóxia e mortalidade significativa (Chen et al. 1986).

O nitrato é considerado uma substância com pequeno poder tóxico por parte de pesquisadores, mas por ser o produto final da nitrificação, pode acumular-se em grandes quantidades, principalmente em sistemas fechados de cultivo (Thurston et al. 1978). Esta substância pode causar efeitos letais ou subletais para diferentes organismos, ou ainda, atuar sinergicamente com outras formas nitrogenadas, tornando-se extremamente importante o estudo dos seus efeitos tóxicos para diferentes espécies (Santos et al. 1993). Tendo em vista o presente trabalho avaliar um produto comercial também associado a utilização de biofiltros, para adaptação na reprodução da larvicultura de *M. amazonicum*.

Tendo em vista as informações apresentadas, o estudo em questão propõe avaliar a utilização de um inoculante comercial, junto a dois tipos de filtros biológicos ambos com inoculo e dois tratamentos sem filtragem, sendo um com e outro sem inoculo, afim de testar a viabilidade no controle de compostos nitrogenados, que podem causar toxicidade no cultivo.

3. METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) de Pirassununga, do Instituto de Pesca, APTA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SP), utilizando-se larvas provenientes de reprodutores estocados em viveiros escavados, situados dentro da Unidade.

3.1 Sistemas de filtragem e tratamentos utilizados

Os tratamentos avaliados foram: Tratamento 1 (controle): larvicultura Sem Filtragem Biológica (SFB); Tratamento 2: Filtro Tipo "Canister" (FTC); Tratamento 3: Filtro Biológico Dinâmico (FBD) e Tratamento 4: Filtro Biológico Estático (FBE). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro réplicas de cada tratamento. Para a maturação dos filtros (pedras de cascalho, conchas e anéis de cerâmica), estes ficaram imersos em água e para a formação de colônias de bactérias nitrificantes, foi utilizado a dosagem de 2,5 ml de solução amoniacal 5,8% em um intervalo de 2 dias, totalizando 5 dosagens.

Os biofiltros externos dinâmicos do tratamento FDCI foram compostos por recipientes de fibra de vidro com oito litros de capacidade (40% do volume dos tanques de manutenção das larvas), preenchidos com cascalho de conchas, dotados de filtro mecânico de lã sintética (perlon), de aeração e de sistema de circulação por "airlift". O fluxo entre os tanques de larvicultura e os biofiltros convencionais foi monitorado diariamente e regulado para 20 vezes o volume do tanque.

Ao filtro tipo canister, dotado de uma bomba elétrica interna com taxa de circulação de 360 L por hora, foi adaptado um cartucho telado na entrada de água, a fim de evitar a passagem das larvas pelo filtro. A água que contém os excretos nitrogenados é succionada pela bomba e passa, sob pressão, por uma série de camadas filtrantes. Essas camadas são compostas por uma manta acrílica para filtragem mecânica, uma camada de carvão ativado para absorção de compostos tóxicos e uma camada de material poroso para fixação das bactérias nitrificantes.

3.2 Obtenção das larvas

Para a obtenção das larvas, fêmeas ovígeras no início do desenvolvimento embrionário foram coletadas nos viveiros de reprodutores (FIGURA 3), desinfetadas em solução de formaldeído 25 ppm por 30 minutos, e, em seguida, transferidas para tanques de eclosão de 500 L de capacidade, na densidade de 70 fêmeas m⁻².



FIGURA 2 – Despesca de Fêmeas ovígeras em viveiro.

Os tanques de eclosão foram abastecidos com água salobra mecanicamente filtrada e esterilizada com luz ultravioleta, sendo mantida à salinidade em 4 e na temperatura de 29,0°C, com aeração constante. Para reduzir confrontos entre os animais foram utilizados substratos feitos com canos de PVC e telas plásticas e colocados nos tanques de eclosão. As fêmeas ovígeras foram separadas pela coloração dos ovos, que variam de acordo com o desenvolvimento embrionário, sendo a coloração escura (FIGURA 3) os ovos recém fecundados, e a coloração mais clara (FIGURA 4), os ovos próximos à eclosão. Durante a etapa final de desenvolvimento embrionário, as fêmeas não foram alimentadas, evitando, assim, a possível contaminação das larvas por meio de restos de alimento e fezes.



FIGURA 3 – Fêmea ovígera com ovos em estágio inicial de maturação.



FIGURA 4 – Fêmea ovígera com ovos em estágio final de maturação.

Após a eclosão, as larvas foram sifonadas para baldes, com aeração, e aclimatadas na salinidade 10. A seguir as larvas foram contadas individualmente e transferidas para os tanques de experimentação (caixas de polietileno com capacidade de 20L) na densidade de estocagem de 49 L^{-1} ; resultando em 490 larvas por tanque.

3.3 Manejo experimental

Os tanques experimentais foram compostos por 20 caixas plásticas retangulares de cor preta, com 20 L de capacidade e volume útil de 10 L. A temperatura da água de cultivo foi mantida a 29,0° C por meio de aquecedores ligados a termostatos e verificada duas vezes por dia (manhã e tarde); a salinidade dos tanques de larvicultura foi mantida em 10. Essa era aferida diariamente com salinômetro-refratômetro; o fotoperíodo em todos os tratamentos foi de 12h claro: 12h escuro, mantido com lâmpadas fluorescentes; as variáveis pH e oxigênio dissolvido foram monitoradas uma vez ao dia com aparelhos específicos (EcoSense pH 100A e YSI Pro 20) e a aeração dos tanques foi mantida constante por meio de pedras porosas distribuídas pelo seu perímetro interno. Os teores de amônia (N-amoniaco total), nitrito (NO₂-N) e nitrato (NO₃-N) foram determinados por meio de análise das amostras que foram coletadas em dias alternados a partir do primeiro dia de cultivo e enviadas para um laboratório acreditado para análises de água.

O manejo alimentar foi o utilizado por Pavanelli (2010), consistindo, a partir do segundo dia de cultivo, no fornecimento de náuplios de *Artemia* recém-eclodidos. Diariamente foi realizado o sifonamento de excretas e restos de alimentos decantados; posteriormente a água retirada foi repostada em mesma quantidade. Após 24h do fornecimento de *Artemia*, antes da sifonagem dos tanques, os náuplios restantes foram quantificados por amostragem para estimar o consumo diário pelas larvas. A quantidade fornecida foi ajustada conforme o estágio larval predominante no tanque, de acordo com a método descrito a seguir.

No decorrer do experimento, a cada 2 dias, amostras de 10 larvas de cada tanque foram examinadas sob estereomicroscópio para observação do estágio larval, considerando-se os nove estágios larvais descritos por Guest, (1979). Quando cerca de 80% das larvas amostradas atingiam o sexto estágio larval, iniciava-se a complementação da alimentação com o alimento inerte, oferecido uma vez ao dia, na quantidade de cerca de 0,5 g por tanque, sendo essa quantidade ajustada, conforme a observação do consumo das larvas. O alimento inerte foi constituído por ração úmida, preparada de acordo com a formulação descrita em Valenti *et al* (1998). A despesca foi realizada em cada tanque de larvicultura, quando esses apresentaram a proporção de pós-larvas acima de 90%, determinada por meio de amostragens. Os tanques foram esvaziados e então larvas e pós-larvas sobreviventes contadas

individualmente. Após esse procedimento, as pós-larvas (PLs) foram então avaliadas, considerando-se as seguintes variáveis: o tempo de desenvolvimento larval, a sobrevivência e o peso seco das pós-larvas recém-metamorfoseadas.

3.4 Inoculante

Como inoculante utilizou-se o produto “N-Control”® (FIGURA 7), já utilizado na aquicultura fabricado pela empresa Kayros Ambiental e Agrícola, escolhido pela facilidade de aquisição e menor preço de mercado. Este produto, segundo o fabricante, apresenta os seguintes compostos: Protease, Amilase, Lipase, Hemicelulase, Beta-glucanase, Farelo de Cereal, Cloreto de Sódio e *Bacillus* sp., *Subtilis*, *licheniformes* e polimyxa naturais do solo 5×10^{10} ufc g⁻¹.



FIGURA 5 – Inoculante “N- Control” ® utilizado.

A inoculação das bactérias nitrificantes foi realizada de acordo com o protocolo estabelecido pelo fabricante, ou seja, durante toda a larvicultura diariamente adicionou-se 0,6 mg/L do produto diretamente nos tanques dos tratamentos de larvicultura (FIGURAS 6,7,8 e 9).



FIGURA 6 – Sem filtragem sem Inoculo



FIGURA 7 – Sem filtragem com inoculo



FIGURA 8 - Filtro Canister com Inoculo



FIGURA 9 - Filtro Dinâmico com inoculo

A avaliação dos sistemas de filtração foi realizada por meio das análises dos teores de amônia (N-amoniaco total), nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) da água do tanque de produção, enviadas para laboratório, e do desempenho produtivo das larvas, sendo considerado sobrevivência e peso médio das pós-larvas recém metamorfoseadas, que foram levadas à estufa (60°C) por 24h e ao dessecador por

mais duas horas. Foram então pesadas em balança analítica com precisão de 1 µg(FIGURA 10).



FIGURA 10 – Balança de precisão Mettler.

3.5 Análise estatística

As médias de todas as variáveis analisadas foram testadas quanto à normalidade e homogeneidade e, posteriormente, submetidas à análise de variância (ANOVA). Os dados expressos em percentagens foram previamente transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$. Quando encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas ($P < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas com o teste de Tukey. Nos casos em que as premissas não foram cumpridas, foi utilizado o teste Não-Paramétrico de Dunns Multiple Comparison - Kruskal-Wallis $p = 0.05$. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico TOXSTAT versão 3.3.

4. RESULTADOS

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, para as variáveis de monitoramento estudadas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tukey, $p < 0.05$) e estas variaram dentro dos parâmetros de água indicados para a larvicultura de *M. amazonicum* de acordo com Moraes-Valenti e Valenti (2010).

As variáveis de monitoramento de qualidade de água são apresentadas na Tabela 1 enquanto as variáveis de avaliação de qualidade de água e de produção são apresentadas na Tabela 2 respectivamente.

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de monitoramento – pH; oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T); de acordo com os tratamentos: Controle 1 – Sem Filtro biológico e Sem Inoculação (SFSI); Controle 2 – Sem Filtro biológico e Com Inoculação (SFCI); Filtro tipo Canister Com Inoculação (FCCI) e Filtro biológico Dinâmico Com Inoculação (FDCI).

Variáveis	Tratamentos			
	SFSI	SFCI	FCCI	FDCI
pH	7,76 \pm 0,02	7,74 \pm 0,02	7,76 \pm 0,01	7,76 \pm 0,02
OD (mg L ⁻¹)	4,20 \pm 0,19	4,33 \pm 0,27	4,25 \pm 0,17	4,35 \pm 0,25
T (°C)	28,81 \pm 0,62	28,98 \pm 0,46	29,01 \pm 0,27	29,10 \pm 0,62

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de avaliação amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$); nitrito (NO_2); e nitrato (NO_3), produção - Peso Médio das pós-larvas (PM); Sobrevivência Média (SM) e Dias de Larvicultura (DL) de acordo com os tratamentos: Controle (SFSI) - Sem Filtro biológico e Sem Inoculação; (SFCI) - Sem Filtro biológico e Com Inoculação; (FCCI) - Filtro tipo Canister Com Inoculação ; (FDCI) - Filtro biológico Dinâmico Com Inoculação.

Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida por teste Tukey, $p < 0.05$); * Não houve diferenças significativas pelo Teste Não-Paramétrico Dunns Multiple Comparison - Kruskal-Wallis $p = 0.05$.

Variáveis	Tratamentos			
	SFSI	SFCI	FCCI	FDCI
$\text{NH}_3 + \text{NH}_4 (\text{mg L}^{-1})$	$0,27 \pm 0,23$	$0,31 \pm 0,24$	$0,21 \pm 0,06$	$0,28 \pm 0,12$
$\text{NO}_2 (\text{mg L}^{-1})$	$0,73 \pm 0,40^{ab}$	$1,26 \pm 0,70^c$	$0,13 \pm 0,03^a$	$0,36 \pm 0,15^b$
$\text{NO}_3 (\text{mg L}^{-1})^*$	$1,70 \pm (0,86)$	$2,15 \pm (0,74)$	$1,19 \pm (0,09)$	$1,66 \pm (1,45)$
PM (mg)	$0,94 \pm 0,03$	$0,91 \pm 0,04$	$0,90 \pm 0,06$	$0,91 \pm 0,04$
SM (%)	7 ± 2	5 ± 3	44 ± 8	46 ± 15
DL (un)	33 ± 2	31 ± 5	28 ± 4	28 ± 5

A variação média dos compostos nitrogenados nos dias de coleta é apresentada nas Figuras 11, 12 e 13.

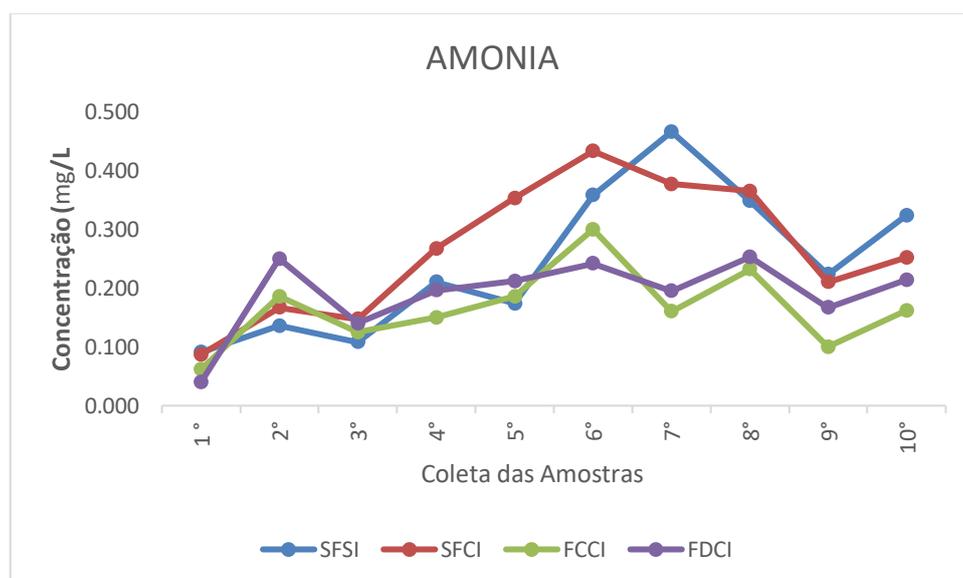


Figura 11 - Concentração média de amônia total $\text{NH}_3 + \text{NH}_4 (\text{mg L}^{-1})$ em ordem de coletas

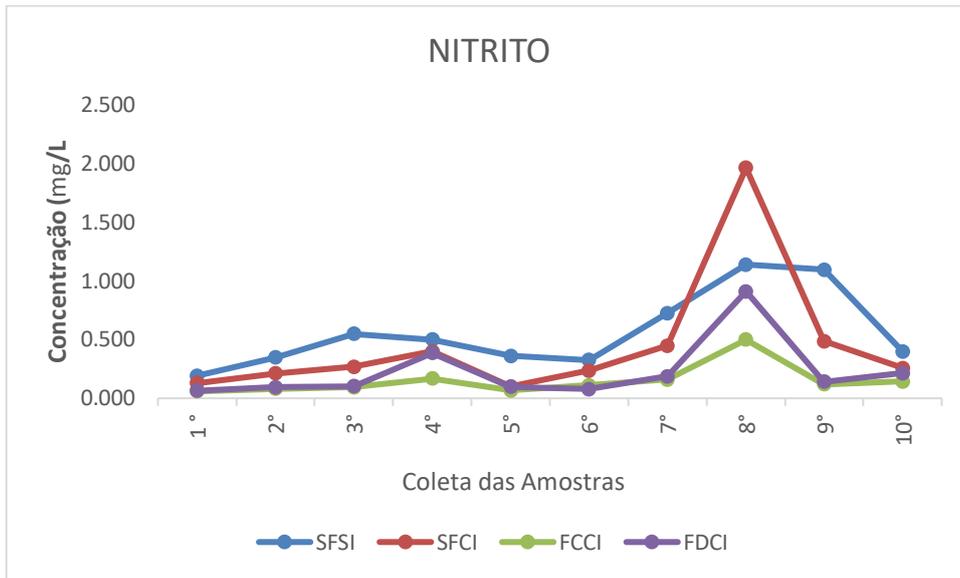


Figura 12 - Concentração média de nitrito NO_2 (mg L^{-1}) em ordem de coletas

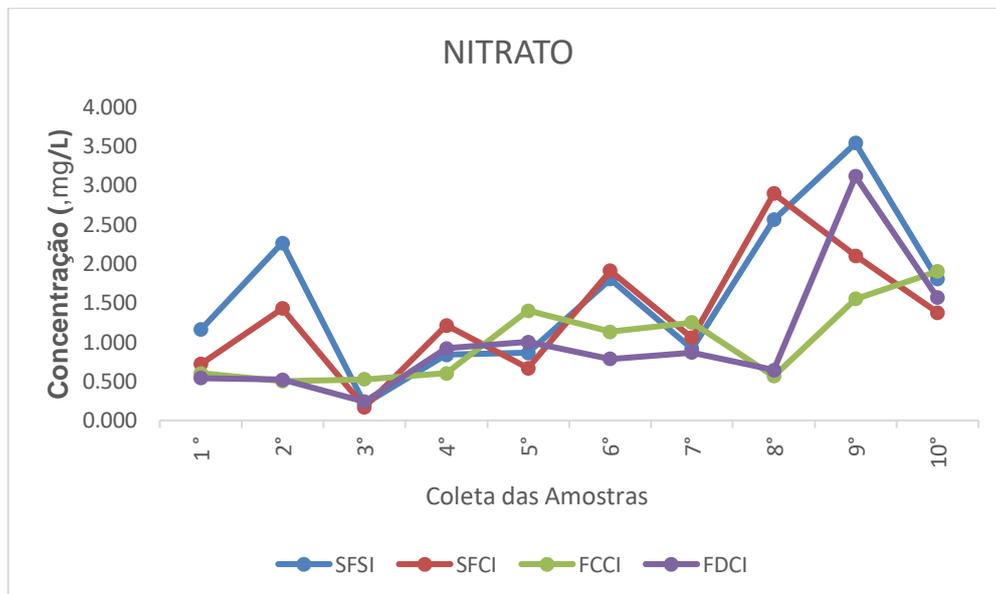


Figura 13 - Concentração média de nitrato NO_3 (mg L^{-1}) em ordem de coletas

Houve diferença significativa entre os teores de nitrito para os tratamentos testados (Tabela 2). O tratamento FCCI apresentou maior eficiência na remoção do nitrito, comparado aos demais tratamentos, seguido pelo tratamento FDCI.

De acordo com os dados de sobrevivência apresentados na Tabela 2, observou-se que houve diferença estatística entre os tratamentos com filtragem e inoculação (FCCI e FDCI) e os tratamentos controle (SFSI e SFCI), provavelmente devido ao menor teor de nitrito presentes na água de cultivo.

5. DISCUSSÃO

As variáveis de monitoramento de qualidade de água pH, OD e temperatura (Tabela 1) permaneceram dentro das faixas recomendadas para a larvicultura de camarões de água doce por Valenti et al. (2010) e descrita por outros autores na larvicultura de *M. amazonicum* (Araujo e Valenti, 2017; Maciel e Valenti, 2009). Com isso, pode-se assumir que essas variáveis não interferiram nos resultados do presente experimento, apenas o oxigênio dissolvido ficou um pouco abaixo do recomendado, devido a uma alta pressão na pedra porosa do oxigênio, fazendo as larvas ficarem presas na lateral da caixa.

Algumas das recomendações sobre a salinidade ideal para o desenvolvimento larval de *M. amazonicum* variam de acordo com diferentes autores. GUEST e DUROCHER (1979) encontraram melhores taxas de sobrevivência entre salinidades 7,5 e 12,5 ‰, MCNAMARA et al. (1983) observaram o efeito de salinidades entre 0 e 35‰ em larvas nos estágios iniciais de desenvolvimento (I e II) não alimentadas e encontraram salinidades adequadas entre 7 e 28‰.

Ao cultivar camarões da espécie *M. rosenbergii* em diferentes salinidades CHAND et al. (2015) observaram que entre as salinidades 5, 10, 15 e 20 o camarão apresentou seu peso médio final mais baixo em salinidade de 20 e significativamente mais alto em salinidade de 10 ppt. A maior taxa de crescimento e ganho de peso foram obtidos quando os camarões foram cultivados na salinidade 10, seguidos por aqueles cultivados a 5, 15 e 0, mas as diferenças entre os tratamentos não foram significativas.

Algumas pesquisas sobre o desenvolvimento larval estudadas por (GUEST, 1979), salinidade e temperatura (GUEST e DUROCHER, 1979;

MCNAMARA et al., 1983; MOREIRA et al., 1986; MACIEL e VALENTI, 2010), métodos de larvicultura e migração nictimeral. Entretanto, a tecnologia para sua produção ainda se baseia na empregada para *M. rosenbergii*, o que pode resultar em medidas nem sempre aceitas pelo *M. amazonicum*.

Com relação às variáveis de avaliação da qualidade da água e sua relação com os indicadores de produção, Timmons e Ebeling (2010) afirmam que em produções comerciais aquícolas em sistemas de recirculação de água, as concentrações de amônia devem ser mantidas abaixo de 0,05 mg L⁻¹ e concentrações de nitrogênio total amoniacal (NTA), abaixo de 1,0 mg L⁻¹ para exposições prolongadas. De acordo com Ostrensky e Wasielesky (1995), a toxicidade da amônia pode depender do estágio de desenvolvimento dos crustáceos e, embora às vezes existam grandes diferenças de tolerância entre os estágios larvais, geralmente pós-larvas ou juvenis têm maiores tolerâncias à amônia que estão positivamente correlacionadas com seu desenvolvimento e tamanho.

Romano e Zeng (2013) apresentam, em um artigo de revisão sobre a toxicidade de amônia, nitrito e nitrato, um valor de CL₅₀ (96 horas) de 1,8 mg L⁻¹ de amônia para larvas de *M. rosenbergii* (camarão-da-Malásia) com 10 a 14 dias de idade. Normalmente, considera-se como segura uma concentração ambiental correspondente a um décimo da CL₅₀ (96 horas) (Sprague et al, 1971). No entanto, segundo Romano e Zeng (2013), existem evidências indicando que tais concentrações “seguras” de amônia-N podem estar superestimadas. No presente estudo, as concentrações médias de amônia ficaram abaixo do valor de 0,5 mg L⁻¹ em todos os tratamentos, mas é preciso considerar que este valor “limite” foi calculado para a espécie *M. rosenbergii*, que é de maior porte do que *M. amazonicum* e, por esta razão, existe a possibilidade de mesmo essas baixas concentrações terem ocasionado mortalidade e influenciado negativamente o desenvolvimento larval no presente estudo. Mesmo no tratamento controle (sem filtro biológico), ocorreu uma rápida conversão da amônia em nitrito, indicando haver grande atividade microbiana na água de cultivo e indicando que, provavelmente, a alta mortalidade ali observada tenha sido causada pelo alto pico na concentração de nitrito.

Um aumento na concentração de nitrito no ambiente de desenvolvimento larval diminui o ganho de peso e também a sobrevivência, tanto no início, como no final do desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* (Mallasen e Valenti, 2006).

As sobrevivências de larvas de *M. amazonicum* observadas no tratamento FCCI foram maiores em relação as obtidas por Graciano (2019) para o tratamento FC (Filtro Canister) $6 \pm 5\%$. Provavelmente isso não se deveu apenas à inclusão do inoculante, mas também a alguns ajustes realizados no sistema para evitar a sucção pelo filtro para realização do presente experimento. O principal ajuste foi o aumento da área da tela de contenção de larvas, colocada na tubulação de sucção do filtro canister. Isso, porque, foi observado que a forte sucção do equipamento ocasionava a mortalidade de larvas que ficavam “presas” à superfície externa da tela. Com o aumento da área da tela de contenção, houve a diminuição da sucção, possibilitando que as larvas se afastassem do equipamento, não ficando aderidas à tela.

Embora em termos de sobrevivência o tratamento FCCI tenha apresentado resultados semelhantes ao sistema convencional (aqui representado pelo tratamento FDCI), o filtro tipo canister apresenta uma maior rapidez de montagem, facilidade de manejo e, conseqüentemente, pode haver redução de custos de mão de obra. Essa hipótese, entretanto, precisa ser confirmada por meio de estudos econômicos a serem conduzidos futuramente.

Nos tratamentos controle (SFSI e SFCI), verificou-se a quase total mortalidade de larvas, uma vez que não houve filtragem biológica na água de cultivo. Entretanto, no tratamento controle com inclusão do inoculante (SFCI), observou-se que algumas larvas permaneceram vivas por mais tempo, chegando em uma maior sobrevivência até os últimos estágios larvais.

A utilização do inoculante no tratamento SFCI pode indicar a ação do produto diretamente na água de cultivo. Esta hipótese poderia ser confirmada em futuros experimentos, usando-se maiores dosagens de inoculante comercial, visando testar a viabilidade de um novo sistema de larvicultura de camarões de água doce, sem as estruturas de filtros biológicos.

Normalmente, em sistemas de recirculação de água em aquicultura (SRA), altas concentrações de amônia ocorrem em 14 dias, seguidas por um pico de nitrito em cerca de 28 dias e o acúmulo de nitrato começa após 21 dias. O processo de pré-maturação de um filtro biológico com amônia pode acelerar este processo (Timmons e Ebeling, 2010).

Pode se observar que nas figuras 11,12,13 houve uma tendência de filtração biológica dos compostos nitrogenados pelas bactérias nitrificantes presentes na água de cultivo dos tratamentos controle, embora não tenham sido detectadas diferenças significativas e que se fossem adicionadas maiores quantidades de inoculante, talvez tivesse ocorrido maiores sobrevivências nos referidos tratamentos.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que a associação do sistema de filtro tipo canister com a inoculação do produto testado tem potencial para talvez substituir os sistemas convencionais de filtração biológica, o que poderia reduzir gastos com mão de obra e tornar mais eficiente a larvicultura de camarões de água doce.

7. REFERÊNCIAS

- APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.
- BROWNELL, CL. 1980. Water quality requirements for first-feeding in marine fish larvae: ammonia, nitrite and nitrate. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 44: 269-283.
- Chand, B.K.; Trivedi, R.K.; Dubey, S.K.; Rout, S.K.; Beg, M.M.; Das, U.K. Das. 2015. Effect of salinity on survival and growth of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), *Aquaculture Reports*, Volume 2, p. 26-33,
- FROMM, PO & JR GILLETE. 1968. Effect of ambient ammonia on blood ammonia and nitrogen excretion of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Bioch. And physiol.*, 26: 887-896.
- Graciano, C.P, 2019 Avaliação de diferentes sistemas de filtração biológica na larvicultura do camarão da amazonia *Macrobrachium amazonicum*: *Dissertação (Mestrado em aquicultura e Pesca) – Instituto de pesca.*
- GROSS, A, CE BOYD & CW WOOD. 2000. Nitrogen budget and transformations in channel catfish ponds. *Aquaculture Engineering*, 24: 113-132.
- GROSS, A. 2004. Acute and chronic effects of nitrite on white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, cultured in low-salinity brackish water. *Journal of the aquaculture society*, 35(3) 315-321.
- GUEST, W.C. 1979 Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, Amsterdam, 37(2): 141-152.
- Guest, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37(2): 141-152.
- Kinne, O. 1976. *Mar. Ecol. Ed. John Wiley & Sons, NY, USA, Vol III, part 1, 577.*
- Kutty, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000 Culture of other prawn species. In: NEW, M.B. e VALENTI, W.C. *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science. cap. 21, p.393-410.
- Maciel and Valenti, 2009: MACIEL, C.R. and VALENTI, W.C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 2009, 17(2), 61-79.

- 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
- Mallasen, M. & Valenti, W. C. 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 261(4):1292-1298
- New, M.B. 1990. Freshwater prawn culture: a review. *Aquaculture*, 88: 99-143.
- Ostrensky, A.; Wasielesky, W.J.; 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture*, 132: 339-347.
- Romano, N.; Zeng, C., 2013. Toxic effects of ammonia, nitrite and nitrate to decapod crustaceans: a review on factors influencing their toxicity, physiological consequences and coping mechanisms. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1): 1-21.
- SANTOS, MHS, KF MIRANDA, LH POERSCH & WJ WASIELESKY. 1993. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Anais do Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões*. 811-821.
- Sprague, J.B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish. III. Sublethal effects and "safe" concentrations. *Water Research*, v.5, p.245-266
- TAHON, JP, D van HOOFF, C VINCKIER, R WITTERS, M de LEY & R LONHE. 1988. The reaction of nitrite with the haemocyanin of *Astacus leptodactylus*. *Biochem. J.* 249: 233-242.
- THURSTON, RV, RC RUSSO & CE SMITH. 1978. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. *Trans. Am. fish. Soc.*, 107: 361-368.
- THURSTON, RV. 1980. Some factor affecting the toxicity of ammonia to fishes. *EPA Ecol. Res. Ser.*, EPA-600/9-80-034: 118-137.
- Timmons, M.B, Ebeling, J.M. 2010. *Recirculating Aquaculture*. 2^o Ed. NRAC Publications. 948p
- Tomasso, JR. 1994. Toxicity of nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. *Reviews Fish. Sci.*, 2(4): 291-314. TSAI SJ & JC CHEN. 2002. Acute toxicity of nitrate on *Penaeus monodon* juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 89: 127-137 WAJSBROT N, A GA
- Tsai, S.J, JC Chen. 2002. Acute toxicity of nitrate on *Penaeus monodon* juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, 89: 127-137 WAJSBROT N, A

- Valenti, W.C., Mallasen, M.; Barros, H.P. 2009. Sistema de recirculação e rotina de manejo para larvicultura de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em pequena escala. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1):141-151.
- 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.; Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560p.
- WASIELESKY, WJ. 2000. Cultivo de juvenis do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: efeitos dos parâmetros ambientais. Tese de doutorado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, 199.
- YU, JP & K HIRAYAMA. 1986. The effect of un-ionized ammonia on the growth of the rotifer in mass culture. *Bull. Jpn. Sot. Sci. Fish*, 52: 1509-1513.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como objetivo inicial da presente dissertação buscamos analisar a eficiência do uso do inoculante comercial em conjunto com dois tipos de filtros, por seu baixo custo, o que facilita o acesso do produto aos larvicultores, principalmente aos de pequeno porte.

No decorrer de nossas análises e comparações com os tratamentos sem filtragem, observou-se uma maior sobrevivência das larvas, talvez devido a eficiência da ciclagem biológica dos filtros em conjunto com o inoculante.

Para possíveis estudos, poderíamos testar a eficiência do produto, com diferentes dosagens, e tratamentos com filtros com e sem o produto.

Com os resultados do presente experimento acreditamos ter contribuído para o desenvolvimento da técnica de larvicultura comercial de *Macrobrachium amazonicum*, facilitando o manejo e talvez aumentando a eficiência do manejo para manter a qualidade da água, principalmente para pequenos produtores, contribuindo assim, para o crescimento da atividade.