

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

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE FILTRAÇÃO BIOLÓGICA NA
LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum*
(HELLER, 1862)**

Carolina Perico Graciano.

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
Setembro - 2019

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

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE FILTRAÇÃO BIOLÓGICA NA
LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum*
(HELLER, 1862)**

Carolina Perico Graciano.

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
Setembro - 2019

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

G731a

Graciano, Carolina Perico

Avaliação de diferentes sistemas de filtração biológica na larvicultura do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).
38f. ; il. ; gráf. ; fig. ; 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. Camarões de água doce . 2. Larvicultura. 3. Compostos nitrogenados
I. Marques, Helcio Luis de Almeida. II. Título.

CDD 595.371

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

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

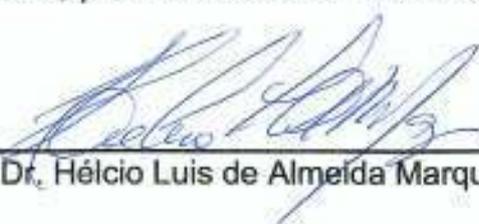
"AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE FILTRAÇÃO
BIOLÓGICA NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-
AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)"

AUTORA: Carolina Perico Graciano

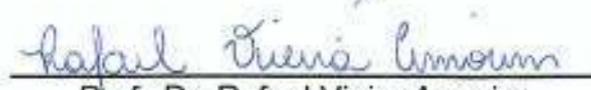
ORIENTADOR: Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcello Villar Boock

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



Prof. Dr. Hécio Luis de Almeida Marques



Prof. Dr. Rafael Vieira Amorim



Prof. Dr. Helenice Pereira de Barros

Data da realização: 26 de setembro de 2019



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

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. Camarões de água doce no mundo e no Brasil	1
1.2. Preparação da larvicultura para o experimento	5
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2. Objetivos Específicos	12
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO	12
4. REFERÊNCIAS	12
5. CAPÍTULO 01	16
Resumo	17
Abstract	18
Introdução.....	19
Metodologia	21
Obtenção das larvas	21
Montagem do experimento	21
Sistemas de filtração avaliados.....	22
Manejo experimental.....	23
Avaliação dos resultados.....	24
Análise estatística.....	24
Resultados.....	25
Discussão	29

Conclusões.....	32
Agradecimentos	33
Referências bibliográficas.....	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

1. FIGURAS DA INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 - Exemplar Adulto de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	3
Figura 2 - Exemplar de larva de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	4
Figura 3 - Filtro Estático	6
Figura 4 - Filtro Canister	6
Figura 5 - Filtro Dinâmico	6
Figura 6 – Tanque sem Filtragem	6
Figura 7 - Fêmea ovígera coloração dos ovos escura	7
Figura 8 - Fêmea ovígera coloração dos ovos clara	8
Figura 9 - Tanque de eclosão das fêmeas	9
Figura 10 - Larva de <i>M. amazonicum</i> estágio IV	10
Figura 11 - Balança de precisão	11

2. TABELAS E FIGURAS DO CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de monitoramento da água - pH, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE)	25
---	----

Tabela 2 - Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis de avaliação da água: nitrogênio amoniacal (NH_3) e total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$); nitrito (NO_2); e nitrato (NO_3), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE). Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida do teste de Tukey, $p < 0,05$)	26
---	----

Figura 1 - Concentração de amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) em dias de coleta	27
---	----

Figura 2 - Concentração de nitrito (NO_2) em dias de coleta	27
--	----

Figura 3 - Concentração de nitrato (NO₃) em dias de coleta 28

Tabela 3 - Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis de produção – Peso seco Médio (PM); Sobrevivência Média (SM) e Dias de Larvicultura (DL), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE). Diferentes letras superescritas na mesma fileira indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida do teste de Tukey, $p < 0,05$) 29

RESUMO

Dentre as espécies nativas de camarões de água doce, *Macrobrachium amazonicum* é a que tem apresentado maior potencial para consumo e utilização como isca viva. No entanto, um dos gargalos para o cultivo dessa espécie no Brasil, ainda é a falta de larviculturas comerciais, tornando, assim, necessárias tecnologias que facilitem o acesso dos produtores rurais a essa atividade. No presente experimento comparou-se diferentes modelos de biofiltros, com o objetivo de facilitar o manejo da larvicultura e reduzir custos com mão de obra. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da UPD de Pirassununga, Instituto de Pesca, utilizando-se larvas produzidas por reprodutores cultivados na Unidade. Após a eclosão, as larvas foram aclimatadas, contadas e transferidas para caixas de polietileno com 20 L de capacidade, na densidade de estocagem de 49 L⁻¹. Os tratamentos testados foram: a) larvicultura sem filtração biológica (controle - SFB); b) filtro tipo "Canister" (FTC); c) filtro biológico dinâmico (FBD) e d) filtro biológico estático (FBE). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro réplicas de cada tratamento. 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 zootécnico das larvas (sobrevivência, peso seco das larvas e pós-larvas, e dias de larvicultura). O manejo da larvicultura seguiu os procedimentos normais descritos na literatura para essa espécie. Os tratamentos FBD e FBE apresentaram sobrevivência significativamente maior em relação aos demais. Não houve diferença significativa na remoção dos compostos nitrogenados pelos sistemas testados. Apesar de apresentar baixa sobrevivência, o filtro Canister mostrou boa eficiência na remoção dos compostos nitrogenados, mostrando boas perspectivas de uso desde que sejam feitas algumas pequenas adaptações no mesmo.

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

ABSTRACT

Among the native species of freshwater prawns, *Macrobrachium amazonicum*, has the highest potential for consumption and use as live bait. However, bottlenecks of this species in Brazil are still a lack of commercial larviculture, making technologies that facilitate rural producers' access to this activity. The present experiment compared biofilter models with the objective of managing the larviculture and the individual with labor. The experiments were carried out at the UPD Pirassununga Shrimp Farming Laboratory, Instituto de Pesca, using larvae produced by breeders cultivated in ponds. After hatching, larvae were acclimated, counted and transferred to polyethylene boxes with a capacity of 20 liters, at a density of 49 L⁻¹. The treatments tested were: a) larviculture without biological proliferation (control - SFB); b) Canister filter type (FTC); c) dynamic biological filter (FBD) and d) static biological filter (FBE). The experimental design was completely randomized, with replicates of each treatment. The evaluation of the filtration systems was performed by analysis of nitrogenous compounds from the water of the production tanks and of the larval zootechnical performance (weight, weight of larvae and post-larvae, and days of larviculture). The management of larviculture follows the normal procedures in the literature for this species. The FBD and FBE treatments may be more important than the others. Nitrogen compounds were not significantly altered by the tested systems. Despite having low survival, the Canister filter showed good efficiency in the removal of nitrogen compounds, according to the prospects of use since some minor adaptations are made in it.

Keywords: freshwater prawn; larviculture, nitrogenous compounds; RAS.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Camarões de água doce no mundo e no Brasil

Os camarões *Macrobrachium* estão distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Estes evoluíram de um ancestral comum que migrou para águas continentais no início do Pleistoceno, originando 243 espécies atualmente conhecidas (GRAVE & FRANSEN, 2011).

O *Macrobrachium amazonicum* (Camarão-da-Amazônia) é também conhecido como “camarão canela” e “camarão sossego” em algumas regiões do Brasil (VALENTI, 1985). Estes apresentam uma ampla distribuição geográfica; ocorrem desde a Venezuela até o Estado do Paraná. Podem ser encontrados nas bacias Amazônica, do Orenoco, do São Francisco, do Paraná, rios do Nordeste e do Centro-Oeste (HOLTHUIS, 1952).

Supõe-se que tenha sido introduzido em algumas dessas regiões, mas está totalmente adaptado (GURGEL e MATOS, 1984; MAGALHÃES, 2001). A espécie *M. amazonicum* vem sendo muito explorada pela pesca artesanal na região Nordeste (GURGEL e MATOS, 1984) e nos Estados do Pará e Amapá (ODINETZ-COLLART, 1987; ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993).

O Brasil tem mostrado um elevado potencial para se tornar um dos grandes produtores mundiais de camarões de água doce em relação ao contexto internacional, já que sua extensão territorial, seus recursos hídricos, seu clima constantemente favorável para o cultivo e o fato de que 75% de sua área se encontra na zona tropical, representam vantagens importantes no que diz respeito tanto a prática da larvicultura quanto ao crescimento final dos animais.

Em relação aos camarões marinhos, os camarões dulcícolas apresentam algumas vantagens de cultivo: larvicultura com menor grau complexidade, maior resistência a patógenos, fácil maturação gonadal, além de não dependerem de água salgada na fase pós-larva e engorda e seu sistema de produção ter menor impacto ao meio ambiente devido à sua compatibilidade com propriedades de tamanho menor (MORAES-RIODADES, 2005) e às próprias técnicas de cultivo em si.

O gênero *Macrobrachium*, possui uma distribuição mundial ampla em águas doces e salobras, com mais de 230 espécies distribuídas ao longo das zonas

tropicais e subtropicais. Estima-se que sua produção foi de cerca de 233.898 toneladas no ano de 2016 (FAO, 2019). As espécies desse gênero são as que apresentam características mais adequadas de cultivo entre os camarões de água doce, destacando-se entre essas espécies, *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponensis* que são as mais cultivadas no mundo (FAO, 2014).

No Brasil, a única espécie cultivada comercialmente é a exótica *Macrobrachium rosenbergii*. No entanto, três espécies brasileiras de camarão de água doce têm grande potencial para cultivo: *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium acanthurus* e *Macrobrachium amazonicum* (VALENTI, 1993). No entanto, o interesse de cultivo pela espécie *M. amazonicum* tem crescido cada vez mais, devido à textura da sua carne, sua rusticidade e a facilidade de manutenção em cativeiro (GUEST, 1979; VALENTI, 1985). O destaque do *M. amazonicum* se dá também por sua extensa distribuição geográfica: nas bacias do Orinoco, Amazonas, São Francisco, Paraná, Paraguai, áreas costeiras do norte e nordeste da América do Sul, Rio Paraguai (Cáceres e Descalvado) e rios, Miranda, Negro e Taboco (MAGALHÃES, 2001).

O cultivo de espécies autóctones traz benefícios no que diz respeito às questões ambiental e genética: os eventuais escapes das espécies exóticas podem disseminá-las no meio ambiente, causando impactos sobre as espécies nativas e podendo proliferar doenças. O uso de espécies nativas é favorável a sustentabilidade e possui melhor aceitação por parte da comunidade (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010). Nas regiões norte e nordeste do Brasil, *M. amazonicum* (FIGURA 1) tem sido vastamente explorada no âmbito da pesca artesanal (GURGEL e MATOS, 1984), pois o sabor da carne é mais acentuado e de textura mais firme se comparado ao *M. rosenbergii* (MORAES-RIODADES e VALENTI, 2001). A espécie também pode ser usada como isca viva para pesca, de maneira a conservar os estoques de peixes e outros crustáceos capturados para esse fim (VALENTI et al, 2011). O camarão da Amazônia pode também ser aplicado no policultivo com peixes, já que seu hábito bentônico pode contribuir para que a área de produção seja melhor aproveitada já que a espécie aproveita os restos alimentares, as fezes e os nutrientes acumulados nos viveiros (SANTOS, 2001).



FIGURA 1 - Exemplar adulto de *Macrobrachium amazonicum*.

As populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por terem uma atividade reprodutiva contínua; há fêmeas ovígeras em todos os meses do ano (ODINETZ-COLLART, 1993). O ciclo de vida de *M. amazonicum* é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adultos. No período reprodutivo, a fêmea sofre uma muda pré-cópula e em seguida, o macho deposita o espermátforo em sua região abdominal. Posteriormente, a fêmea exterioriza os óvulos, que são fecundados ao passar pela massa de espermatozoides. Os ovos, então formados, ficam aderidos aos pleópodes no abdômen da fêmea, tendo o período de incubação a duração de 12 a 18 dias (GUEST, 1979). Inicialmente os ovos possuem uma cor verde escura, mas mudam de coloração e forma até eclodirem.

Comercialmente existem em duas fases distintas de cultivo: a larvicultura e a engorda. Uma vez eclodidos os embriões, como zoea, ainda restam nove estágios larvais (FIGURA 2) até assumirem o hábito bentônico sob a forma de pós-larvas (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2010). É possível observar mudanças na morfologia e no tamanho entre os estágios sucessivos larvais, controlados por eventos de muda. Após completados todos os estágios, a larva sofre a metamorfose, um processo de rápida mudança morfológica acompanhado de mudanças comportamentais e fisiológicas. Após a metamorfose, os animais são denominados pós-larvas (ANGER, 2001). O recente investimento em tecnologias de cultivo trouxe

muitos avanços, porém, essa atividade só poderá iniciar em escala comercial diante de larviculturas capazes de fornecer pós-larvas aos produtores.



FIGURA 2 - Exemplar de larva de *Macrobrachium amazonicum*.

As recomendações sobre a salinidade ideal para o desenvolvimento larval de *M. amazonicum* varia 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‰.

As pesquisas mais recentes enfocaram o desenvolvimento larval (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*.

Quanto à salinidade, MOREIRA et al. (1986) verificaram maior sobrevivência em larviculturas realizadas com salinidades entre 0 e 30‰, quando foram

observadas maiores taxas entre 12 e 18‰, no entanto, estas foram alimentadas com náuplios de *Artemia*, isto é, a maioria dos autores recomendam altos valores de salinidade para a sobrevivência do alimento vivo. Em salinidade baixa ocorre baixo consumo do alimento vivo pelas larvas de *M. amazonicum* e sobrevivência dos náuplios, conseqüentemente, há redução da sobrevivência das larvas. Logo, a influência da falta de alimento disponível, aumenta a necessidade de avaliar diferentes salinidades independentes do fornecimento de alimento.

Todavia, um dos principais gargalos 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). Esses compostos são lançados na água principalmente sob a forma de amônia, que é o principal produto de excreção da grande maioria dos organismos aquáticos.

Larviculturas bem-sucedidas de camarões ou outros animais aquáticos têm em seu procedimento uma rígida preocupação com a higiene e o controle da qualidade da água. No sistema fechado, biomassas altas podem ser mantidas em volumes relativamente limitados. Nos circuitos com filtros biológicos, a água circula pelo tanque de cultivo das larvas e atravessa um substrato, onde existem bactérias aeróbicas, cujo papel principal é a eliminação de metabólitos indesejáveis (HIRAYAMA, 1972). Com isso, pesquisas visando aperfeiçoar a tecnologia de larvicultura em sistemas de recirculação, com o reuso de água salobra são importantes. É necessário o uso de sistemas simples, baratos e eficientes que podem ser utilizados nos laboratórios científicos ou por pequenos produtores, que poderão tornar-se auto-suficientes na produção do camarão (VETORELLI et al, 2006).

1.2. Preparação da larvicultura para o experimento

As FIGURAS 3, 4, 5 e 6 mostram os tipos de filtros testados no experimento deste trabalho, que se encontram descritos na metodologia do artigo científico.



FIGURA 3 - Filtro Estático



FIGURA 4 - Filtro Canister



FIGURA 5 - Filtro Dinâmico



FIGURA 6 - Tanque sem filtragem

Previamente ao experimento foi realizada a preparação da estrutura necessária (caixas de experimentação, sistema de aeração e montagem dos biofiltros) para a execução do experimento, 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).

Realizou-se a maturação dos filtros biológicos por um período de cerca de 10 dias. Fêmeas ovígeras no início do desenvolvimento embrionário, reconhecidas pela coloração verde escura dos ovos (FIGURA 7), foram coletadas nos viveiros de reprodutores e transferidas para tanques de polietileno com capacidade de 500 L, onde permaneceram até o final do desenvolvimento

embrionário dos ovos. Após este período, as fêmeas foram colocadas em caixas de eclosão de 120 L abastecidas com água filtrada, na densidade de 12 fêmeas por caixa. A temperatura foi mantida em torno de 28°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 e estresse entre os animais.



FIGURA 7 – Fêmea ovígera coloração dos ovos escura.

Durante as etapas finais de desenvolvimento dos ovos, coloração verde clara (FIGURA 8) até a eclosão das larvas, as fêmeas não foram alimentadas, evitando possível contaminação da água por meio de restos de alimento e fezes.



FIGURA 8 – Fêmea ovígera coloração dos ovos clara

Após a eclosão, as larvas, por terem fototaxia positiva, foram atraídas pela luz de uma luminária, sendo então sugadas pelo air lift e depositadas no tanque de eclosão (FIGURA 9). As remanescentes da caixa foram sifonadas para baldes com aeração, junto com as do tanque. No dia seguinte, foram aclimatadas a salinidade 10 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. Logo em seguida as larvas foram contadas individualmente e transferidas para os tanques de experimentação na densidade de estocagem de 49 L⁻¹.



FIGURA 9 – Tanque de manutenção das fêmeas e larvas de eclosão.

Os tanques experimentais consistiram em 16 caixas plásticas de cor preta, com volume útil de 20L. A aeração foi constante e a temperatura da água de cultivo foi mantida 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. As larvas, desde o início do desenvolvimento até a despesca, foram alimentadas com artemias e ao atingirem o estágio IV (FIGURA 10), iniciava-se a alimentação com alimento inerte (pudim).



FIGURA 10 – Larva de *M. amazonicum* estágio IV.

Para determinação da massa seca das larvas, foram separadas 100 larvas no estágio I e 20 PL's (pós-larvas) de cada tanque. Em seguida, estes foram colocados em placas de Petri com solução de álcool 70% e mantidos em estufa a 60°C por 24h e posteriormente, acondicionados em os cartuchos de papel alumínio contendo as larvas e PL's foram pesadas em balança Mettler Toledo de precisão de 1μ (FIGURA 11). Antes os cartuchos de alumínio foram pesados, para obtenção da massa seca dos animais pela diferença ente os pesos total e dos cartuchos.



FIGURA 11 – Balança de precisão Mettler.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes tipos de biofiltros na larvicultura da espécie *Macrobrachium amazonicum*. Espera-se que, com este resultado, haja uma melhor adaptação de manejo e aumento na eficiência da filtração biológica, podendo reduzir, desta forma os custos de produção e estimulando a implantação de larviculturas comerciais no país.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar a melhor eficiência na remoção de compostos nitrogenados dos tanques de manutenção das larvas.
- b) Alcançar melhores taxas de sobrevivência e melhoria na qualidade da água de cultivo.
- c) Comparar a eficiência do uso do biofiltro tipo Canister já muito utilizado em aquarismo, adaptando-o para a larvicultura.

3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Com a finalidade de publicar os resultados do presente trabalho, foi elaborado o artigo científico intitulado “**Avaliação de diferentes sistemas de filtração biológica na larvicultura do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)**”, apresentado a seguir, de acordo com as normas para publicação no periódico científico Aquaculture Research, Nível B-1 do QUALIS/CAPES, área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros

4. REFERÊNCIAS

ANGER, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. *Crustacean Issues* 14. A.A. Balkema, Lisse, Netherlands.

ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2010. Efeito de baixas salinidades sobre larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae) submetidas à inanição. *Magistra*, 22(1): 191–197.

FAO. 2014. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Macrobrachium rosenbergii*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by New, M. B.

In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*. Rome. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Macrobrachium_rosenbergii/en#tcNA00FE. Acesso em 04.08.2019.

GRAVE, S.; FRANSEN, C.H.J.M. 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps. *Zool. Med. Leiden* 85(9): 195-589.

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

GUEST, W.C.; DUROCHER, P.P., 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: Effects of salinity and temperature on survival. *The Progressive Fish Culturist, Bethesda*, 41(1): 14-18.

GURGEL, J.J.A.; MATOS, M.O.M., 1984. Sobre a criação extensiva do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) nos açudes públicos do nordeste brasileiro. In: *Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*, 3. São Carlos. Anais... p. 295– 311.

HIRAYAMA, H. 1972. Circulatory system for rearing aquatic animals and related water quality control. *Baioteku*, 3: 605-609.

HOLTHUIS, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. *Occasional Papers, Allan Hancock Foundation*, 12:1-396.

MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. 2009. Biology, fisheries and aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 17: 61-79.

MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, G.S.; MOREIRA, P.S., 1983 The effect of on respiratory metabolism, survival and moulting in first zoea of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea; Decapoda). *Hydrobiologia*, 101: 239-242.

MAGALHÃES, C., 2001. Caracterização da comunidade de crustáceos decapodos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Cap. 5. In: Conservation International. Rapid Assessment Program. *RAP Bulletin of Biological Assessment*, 18. CD-Room.

MORAES-RIODADES, P.M.C., 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 03.08.2019.

MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C., 2001. Freshwater prawn farming in brazilian amazonia shows potential for economic and social development. *Global Aquacult. Advocate*, 4(5): 73-74.

MORAES-VALENTI, P.M.C; VALENTI, W.C. 2010 Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D'ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. Freshwater prawns: *Biology and Farming*. Wiley Blackwell, Oxford. p. 485-501.

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.

MOREIRA, G.S.; MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, P.S. 1986. The effect of salinity on upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, v. 50, n. 3, p. 231-238.

ODINETZ-COLLART, O. 1987. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão canela,

Macrobrachium amazonicum, na bacia amazônica. In: FERREIRA, E. J. G.; SANTOS, G. M.; LEÃO, E. L. M.; OLIVEIRA, L. A. (eds.): Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: *Fatos e Perspectivas*. Vol.2. Manaus, INPA. p. 147-166.

ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L.C., 1993. Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazoniana*, 12(3/4): 399–413.

SANTOS, M.J.M. 2001. Policultivo de Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) e camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) em sistema semiintensivo de produção. *Dissertação* (Mestrado em Aqüicultura) - *Centro de Aqüicultura da Universidade de São Paulo*, Jaboticabal.

VALENTI, W.C., 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. *World Aquaculture*, Baton Rouge, 24(1): 29-34.

VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P.; MARTINS, M.I.E.G. 2011. Economic analysis of Amazon river prawn farming to the markets for live bait and juveniles in Pantanal, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37: 165-176

VALENTI, W.C. 1985. Cultivo de Camarões de Água Doce. São Paulo, *Nobel*, 82 p.

VETORELLI, M., VALENTI, W.C.; MARTINS, M.I.E.G. 2006. Viabilidade econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em sistema fechado dinâmico, estocados em diferentes densidades. In: II Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Anais - Bento Gonçalves/RS. *Aquaciência* 1 (1), 18.

Capítulo 01

ARTIGO CIENTÍFICO

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE FILTRAÇÃO BIOLÓGICA NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862)

Evaluation of different biological filtration systems in Amazon river prawn
larviculture *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).

CAROLINA PERICO GRACIANO, MARCELLO VILLAR BOOCK E HELCIO
LUIS DE ALMEIDA MARQUES.

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

Carolina Perico Graciano ⁽¹⁾, Marcello Villar Boock⁽¹⁾, Helcio Luis de Almeida
Marques*⁽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 (helcio@pesca.sp.gov.br)

Resumo

Dentre as espécies nativas de camarões de água doce, *Macrobrachium amazonicum* é a que tem apresentado maior potencial para consumo e utilização como isca viva. No entanto, um dos gargalos para o cultivo dessa espécie no Brasil, ainda é a falta de larviculturas comerciais, tornando assim necessárias tecnologias que facilitem o acesso dos produtores rurais a essa atividade. No presente experimento comparou-se diferentes modelos de biofiltros, com o objetivo de facilitar o manejo da larvicultura e reduzir custos com mão de obra. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da UPD de Pirassununga, Instituto de Pesca, utilizando-se larvas provenientes de reprodutores cultivados na Unidade. Após a eclosão, as larvas foram aclimatadas, contadas e transferidas para caixas de polietileno com 20 L de capacidade, na densidade de estocagem de 49 L⁻¹. Os tratamentos testados foram: a) larvicultura sem filtragem biológica (controle - SFB); b) filtro tipo "Canister" (FTC); c) filtro biológico dinâmico (FBD) e d) filtro biológico estático (FBE). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro réplicas de cada tratamento. 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 zootécnico das larvas (sobrevivência, peso seco das larvas e pós-larvas, e dias de larvicultura). O manejo da larvicultura seguiu os procedimentos descritos na literatura para essa espécie. Os tratamentos FBD e FBE apresentaram sobrevivência significativamente maior em relação aos demais. Não houve diferença significativa na remoção dos compostos nitrogenados pelos sistemas testados. Apesar de apresentar baixa sobrevivência, o filtro Canister mostrou boa eficiência na remoção dos compostos nitrogenados, mostrando boas perspectivas de uso, desde que sejam feitas algumas pequenas adaptações no mesmo.

Palavras-chave: camarões de água doce; compostos nitrogenados; larvas de camarão de água doce; RAS.

Abstract

Among the native species of freshwater prawns, *Macrobrachium amazonicum* has the greatest potential for cultivation. However, one of the bottlenecks for the cultivation in Brazil, is still the lack of commercial hatcheries, thus making necessary technologies that facilitate the access of the rural producers to this activity. In this experiment different models of biofilters were compared, with the aim of facilitating the management of larviculture and reducing costs with labor. The experiments were carried out at the Prawns Laboratory of Fisheries Institute, Pirassununga UPD, using larvae produced by broodstock maintained in the Unity. After hatching, the larvae were acclimatized, counted and transferred to polyethylene boxes with 20 L capacity, at the density of 49 L⁻¹. The treatments tested were: a) larviculture without biological filtration (control - SFB); b) canister type filter (FTC); c) dynamic biological filter (FBD) and d) static biological filter (FBE); The experimental design was completely randomized, with four replicates of each treatment. Filtration systems were evaluated by means of the content of the nitrogen compounds in the water of the production tanks and the zootechnical performance of the larvae (survival, dry weight of larvae and post larvae, and larviculture days). The larviculture management followed the normal procedures described in the literature for this species. The treatments FBD and FBE showed significantly greater survival compared to the others. There were no significant differences in the removal of nitrogen compounds from the systems tested. In spite of low survival, the Canister filter showed good efficiency in the removal of the nitrogenous compounds, showing good perspectives of use after some small adaptations.

Key-words: Freshwater prawns; nitrogen compounds; fresh water prawn larvae; RAS

Introdução

No Brasil, algumas espécies nativas de camarões de água doce, popularmente conhecidas como “pítus”, são exploradas comercialmente por meio da pesca nas regiões Norte e Nordeste (Valenti, 2007). Entre essas, *M. amazonicum* ou camarão-da-amazônia, apresenta bom potencial para a aquicultura (Kutty et al., 2000; Maciel e Valenti, 2009) e criações experimentais da espécie têm sido realizadas com sucesso, já havendo tecnologia disponível para produzi-la comercialmente (Moraes-Valenti e Valenti, 2010; 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; Anger e Hayd, 2009; 2010; Pavanelli, 2010; Maciel e Valenti, 2012; Maciel et al., 2012) mas, embora já seja viável tecnicamente (Pavanelli, 2010), ainda não existem projetos comerciais no país e este fato representa um "gargalo" na atividade de engorda ou crescimento final. Faz-se necessário, portanto, desenvolver tecnologias que sejam facilmente aplicáveis por qualquer produtor rural que queira produzir pós-larvas (PLs).

Geralmente, os compostos nitrogenados amônia, nitrito e nitrato permanecem muito baixos na maioria dos ecossistemas aquáticos (<2 mg L⁻¹ de nitrogênio total), pois há processos naturais que diluem esses nutrientes, além de serem continuamente removidos por várias plantas aquáticas e microorganismos (Philips et al., 2002). Entretanto, o controle da concentração das formas inorgânicas de nitrogênio NH₃-N (amônia) e NO₂-N é um dos maiores problemas nos sistemas de produção em sistemas de recirculação de água (Timmons, 2002).

As altas densidades de estocagem utilizadas na larvicultura de *M. amazonicum* (100 a 140/L) podem gerar um acúmulo destes compostos metabólicos tóxicos, atingindo valores elevados (Hayd et al., 2010; Hayd et al., 2014). Para eliminar esses compostos, em larviculturas de camarões do gênero *Macrobrachium*, 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, a taxas de recirculação que podem variar de 10 a 100% do volume do tanque de cultivo por hora ou 1.000 a 2.400% ao dia (Valenti et al., 2010).

Os modelos de biofiltros externos utilizados neste sistema são compostos

basicamente de uma tubulação de entrada (que conduz a água proveniente do tanque de larvicultura), um recipiente destinado à filtração mecânica prévia do material particulado em suspensão, uma camada composta de substrato na qual se fixam as bactérias nitrificantes e, logo abaixo deste, um compartimento de acúmulo da água filtrada de onde esta é bombeada continuamente de volta para o tanque de cultivo larval. Em larviculturas experimentais e comerciais, este sistema de filtração é confeccionado utilizando-se materiais como baldes, caixas d'água, diferentes tipos de substratos (cascalho de pedras, de conchas, argila expandida etc.), canos e conexões de PVC. 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, bem como pelo menor tamanho, os filtros do tipo “canister”. O filtro do tipo canister é instalado externamente ao aquário, sendo dotado de uma bomba elétrica interna que suga a água que contém os excretas nitrogenados e força a sua passagem sob pressão por uma série de camadas filtrantes. Normalmente estas camadas são compostas por uma manta acrílica (perlon) para filtração mecânica; uma camada de carvão ativado (adsorção de diversos compostos químicos tóxicos) e uma camada de material poroso (cerâmica, biorings etc.) para a fixação das bactérias nitrificantes. A taxa de renovação destes filtros pode ser superior a 2.200 L h^{-1} , de acordo com o modelo (segundo informações dos fabricantes). 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 objetivo deste projeto é comparar diferentes modelos de biofiltros (filtro

dinâmico, filtro estático e filtro tipo canister), afim de facilitar desta forma o manejo da larvicultura de *M. amazonicum* que possam vir a reduzir os gastos com mão de obra.

Metodologia

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Carcinicultura da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) de Pirassununga, do Polo APTA do Centro-Leste, Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SP). O plantel de reprodutores foi formado a partir de exemplares provenientes de larviculturas anteriores e estocados em viveiros escavados (viveiros de reprodutores), com taludes de alvenaria e fundo de terra.

Obtenção das larvas

Fêmeas no início do desenvolvimento embrionário, reconhecidas pela coloração verde escura dos ovos no abdômen, foram coletadas nos viveiros de reprodutores, sendo em seguida transferidas para tanques de polietileno com capacidade de 310 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 500 L na densidade de 70 fêmeas m⁻². Esses tanques foram abastecidos com água filtrada (filtros tipo cone com cartucho de 25 micrômetros) e esterilizada com ultravioleta, sendo mantida em salinidade 4, obtida pela mistura de água doce e de água do mar. A temperatura foi mantida entre 27 a 29°C e a aeração constante até a eclosão das larvas. Substratos (pedaços de canos de PVC e telas plásticas) foram colocados 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 e das larvas por meio de restos de alimento e fezes.

Montagem do experimento

Após a eclosão, as larvas foram sifonadas para baldes, com aeração, e aclimatadas até que a salinidade da água alcançasse o valor 10ppm e a diferença de temperatura e pH da água dos baldes 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 (caixas de polietileno com capacidade de 20L) na densidade de estocagem de 49 L⁻¹. Essa densidade foi usada devido à dificuldade em se obter larvas em grande quantidade, devido à baixa fecundidade das fêmeas mantidas em estoque. Foram utilizados 16 tanques experimentais com quatro tratamentos, resultando em quatro réplicas para cada tratamento.

Sistemas de filtragem avaliados

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 FBD foram compostos por recipientes de fibra de vidro com oito litros de capacidade, preenchidos com cascalho de conchas, dotados de filtro mecânico de lã sintética (perlon), de aeração e de sistema de circulação por "air lift". O fluxo entre os tanques de larvicultura e os biofiltros convencionais foi monitorado diariamente e regulado para 20 vezes o volume do tanque.

No tratamento FBE, foram montados conjuntos de dois biofiltros externos para cada repetição deste tratamento. Esses biofiltros eram constituídos de caixas plásticas de água com 20 L de capacidade, preenchidas com cascalho de conchas, dotados de filtro mecânico de lã sintética (perlon) e de forte aeração. Diariamente, cerca de 80% da água de cada tanque experimental deste tratamento foi bombeada para um dos dois biofiltros de seu respectivo conjunto e, a seguir, o volume correspondente a esta retirada foi repostado com a água que permaneceu no outro biofiltro pelas 24 horas anteriores.

No tratamento SFB, não foi feito nenhum tipo de troca de água, apenas

reposição semanal em relação a salinidade, como em todos os tratamentos devido a evaporação da água.

O 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, afim de evitar a passagem das larvas pelo filtro, onde succiona a água que contém os excretos nitrogenados e força sua passagem sob pressão por uma série de camadas filtrantes. Essas camadas são compostas por uma manta acrílica para filtração mecânica, uma camada de carvão ativado para absorção de compostos tóxicos e uma camada de material poroso para fixação das bactérias nitrificantes.

Manejo experimental

A temperatura da água de cultivo foi mantida por meio de aquecedores ligados a termostatos e verificada duas vezes por dia (manhã e tarde); a salinidade foi mantida em 10 e 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 medidores específicos de campo (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.

O manejo alimentar foi semelhante ao 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. 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 o 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 estes apresentaram a proporção de pós-larvas acima de 90%, determinada por meio de amostragens. Os tanques foram esvaziados e então as larvas e pós-larvas sobreviventes contadas foram individualmente.

Avaliação dos resultados

A avaliação dos sistemas de filtração foi realizada por meio das análises dos teores de amônia (N-amoniaco total), nitrito (NO₂-N) e nitrato (NO₃-N) utilizando kits colorimétricos (PRODAC test NH₃/NH₄, PRODAC test NO₂, PRODAC test NO₃), também determinados por meio de amostras coletadas e enviadas para um laboratório acreditado (Aquali – Araras - SP) para análises, utilizando a metodologia descrita em APHA (2005)

Para avaliar o desempenho zootécnico das larvas, foram consideradas as seguintes variáveis:

- a) Sobrevivência de larvas (%): número de larvas (L) em cada parcela experimental no momento da despesca em relação ao número total de larvas estocadas;
- b) Peso seco das pós-larvas: as pós-larvas recém metamorfoseadas foram levadas à estufa (60°C) por 24h e ao dessecador por mais duas horas. Foram então pesadas em balança analítica com precisão de 1µg;
- c) Tempo de desenvolvimento larval médio: média do número de dias necessário para que cerca de 90% das larvas completem a metamorfose;

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 arc sen \sqrt{x} (Zar, 1999). As análises estatísticas foram realizadas no pacote estatístico TOXSTAT versão 3.3. Quando encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas (P<0,05), as médias dos tratamentos foram comparadas

com o teste de Tukey.

Resultados

O pH, oxigênio dissolvido e temperatura, embora sejam fatores que influenciam a dinâmica dos filtros com a qualidade da água, não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Verificou-se também uma baixa variação das médias registradas nas parcelas de cada tratamento, representada aqui pelos desvios-padrão, indicando uma boa homogeneidade dos sistemas de aeração e de controle da temperatura para todas as parcelas. A maior variação foi a temperatura do tratamento FBD, que oscilou cerca de 1°C em torno da média registrada (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios (\pm desvio padrão) para as variáveis de monitoramento da água - pH, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE).

Variáveis	Tratamentos			
	SFB	FTC	FBD	FBE
pH	7,94 \pm 0,05	7,53 \pm 0,30	8,01 \pm 0,05	8,05 \pm 0,04
OD (mg L ⁻¹)	5,27 \pm 0,08	5,60 \pm 0,15	5,54 \pm 0,32	5,62 \pm 0,16
T (°C)	26,85 \pm 0,60	27,23 \pm 0,68	26,70 \pm 1,01	27,27 \pm 0,47

Os resultados mostraram que a média dos parâmetros variaram entre 26 °C e 27 °C para temperatura, pH entre 7,0 e 8,0 e o teor de oxigênio dissolvido ficou acima de 5,0 mg/L. O sistema manteve a temperatura, pH, oxigênio dissolvido em constantes aceitáveis durante os dias de experimento. Os dados obtidos indicam que o sistema de recirculação adotado foi eficiente na manutenção da qualidade da água em escala laboratorial, sendo necessário sua validação em âmbito comercial.

Já as concentrações dos compostos nitrogenados variaram de acordo com os tratamentos, com exceção da amônia, que não diferiu significativamente (Tabela 2). Para a variável nitrito, o tratamento controle (SFB) apresentou concentração significativamente maior ($p > 0,05$) que o tratamento FTC, embora não diferisse dos

demais. Também para o nitrito não houveram diferenças significativas entre os diferentes tipos de filtragem avaliados. Já para o nitrato, o tratamento controle apresentou concentração significativamente menor do que o tratamento FBD e não diferiu significativamente dos demais. Ainda para o nitrato não foram encontradas diferenças significativas entre os três sistemas de filtragem estudados. Esses resultados mostraram um desempenho semelhante dos sistemas de filtragem na remoção do nitrito, mas um maior acúmulo de nitrato para o filtro biológico dinâmico (FBD) em relação aos demais sistemas.

Tabela 2 - Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis de avaliação da água: nitrogênio amoniacal (NH_3) e total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$); nitrito (NO_2); e nitrato (NO_3), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE). Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida do teste de Tukey, $p < 0,05$).

Variáveis	Tratamentos			
	SFB	FTC	FBD	FBE
$\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ (mg L^{-1})	0,10 \pm 0,02	0,11 \pm 0,03	0,14 \pm 0,07	0,15 \pm 0,03
NH_3 (mg L^{-1})	0.016 \pm 0,006	0.017 \pm 0,018	0.014 \pm 0,010	0.013 \pm 0,004
NO_2 (mg L^{-1})	1,08 \pm 0,80 ^a	0,16 \pm 0,11 ^b	0,23 \pm 0,27 ^{ab}	0,31 \pm 0,16 ^{ab}
NO_3 (mg L^{-1})	2,59 \pm 0,80 ^a	4,00 \pm 1,11 ^{ab}	5,25 \pm 0,88 ^b	4,68 \pm 1,56 ^{ab}

Já a variação dos compostos nitrogenados nos dias de coleta é apresentada nas Figuras 1, 2 e 3.

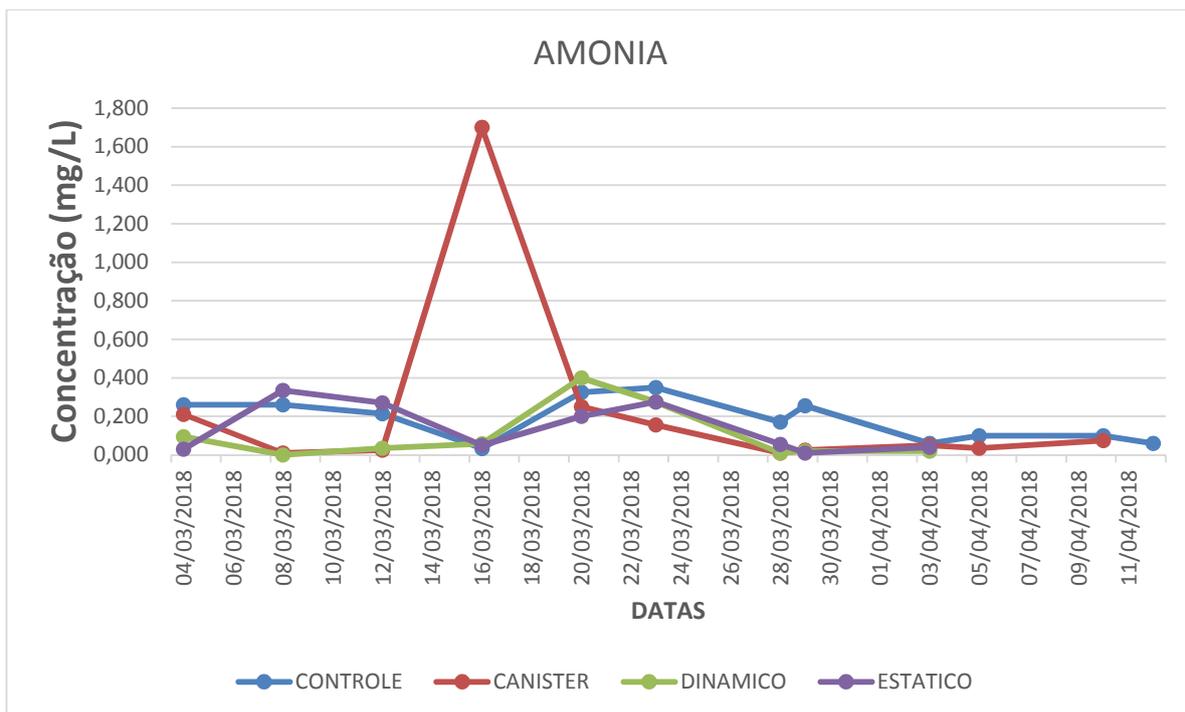


Figura 1 - Concentração de amônia total (NH₃ + NH₄) nos dias de coleta.

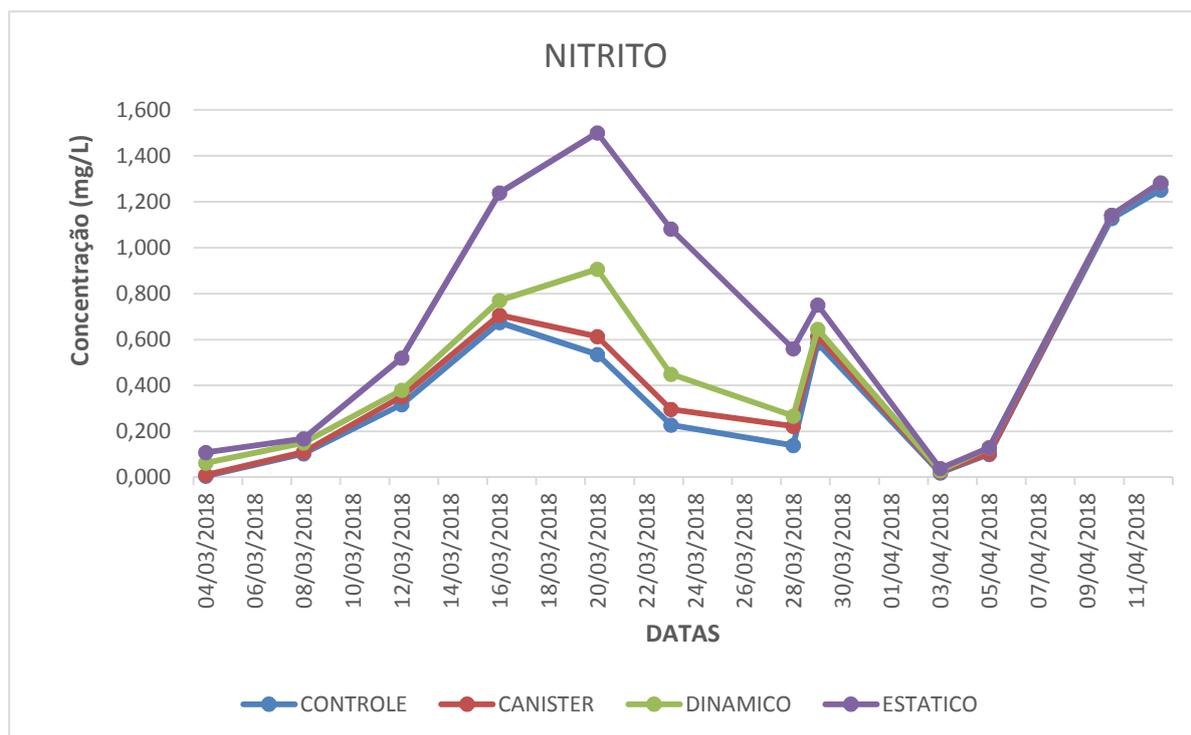


Figura 2 - Concentração de nitrito (NO₂) nos dias de coleta.

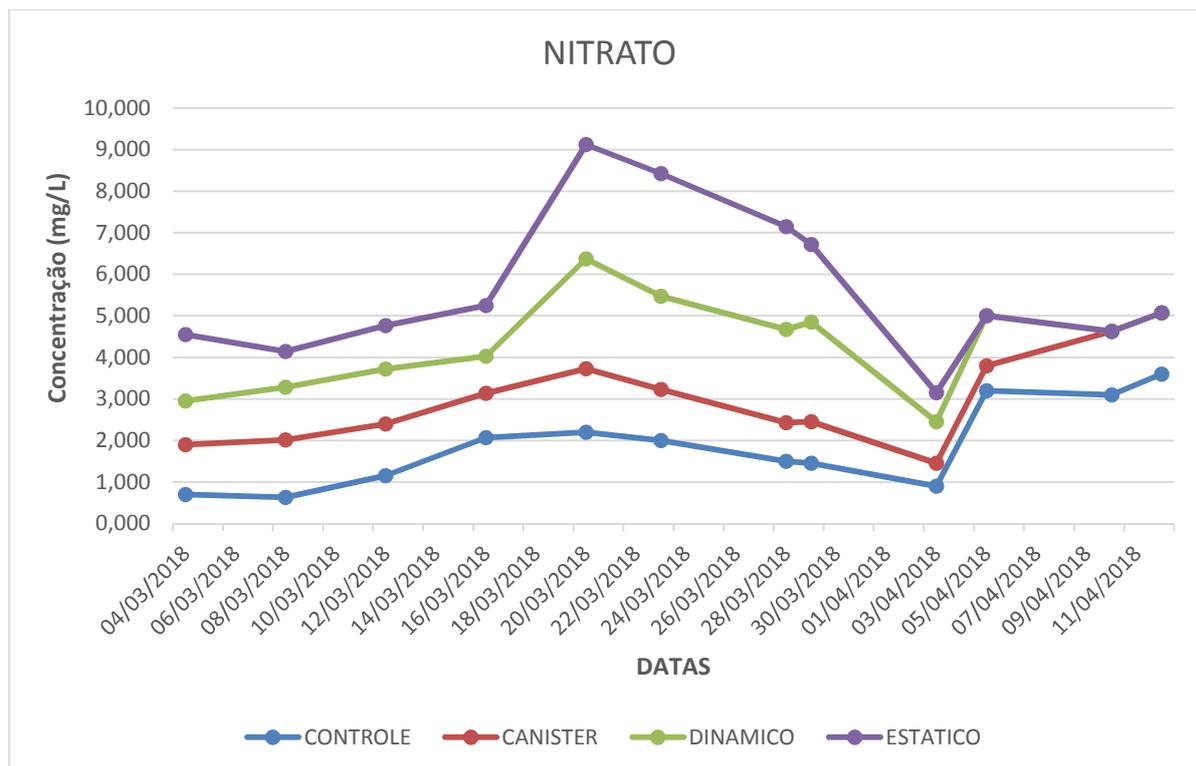


Figura 3 - Concentração de nitrato (NO₃) nos dias de coleta.

As variáveis de produção das larvas (peso seco médio, sobrevivência média e dias de larvicultura) variaram significativamente entre os tratamentos apenas para a sobrevivência (SM), que foram maiores para o sistema estático (FBE) e piores para o filtro tipo Canister (FTC). O tratamento controle apresentou mortalidade quase total, com cerca de 1% de sobrevivência no momento da despesca (Tabela 3). Esses resultados indicam que, em termos de peso médio e dias de larvicultura, todos os sistemas foram semelhantes. No entanto, se considerada a sobrevivência, o filtro biológico estático (FBE) apresentou melhor desempenho, seguido pelo filtro biológico dinâmico (FBD).

Tabela 3 - Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis de produção – Peso seco Médio (PM); Sobrevivência Média (SM) e Dias de Larvicultura (DL), de acordo com os tratamentos: Controle – Sem Filtro Biológico (SFB); Filtro Tipo Canister (FTC); Filtro Biológico Dinâmico (FBD); Filtro Biológico Estático (FBE). Diferentes letras superescritas na mesma fileira indicam diferenças significativas (ANOVA, seguida do teste de Tukey, $p < 0,05$).

Variáveis	Tratamentos			
	SFB	FTC	FBD	FBE
PM (mg)	0,44 \pm 0,38	0,78 \pm 0,54	1,00 \pm 0,30	0,72 \pm 0,06
SM (%)	1*	6 \pm 5 ^c	35 \pm 29 ^b	52 \pm 11 ^a
DL (un)	28 \pm 3	27 \pm 2	27 \pm 3	23 \pm 5

* O desvio padrão não foi calculado neste tratamento devido à alta mortalidade.

Discussão

As variáveis de monitoramento de qualidade de água pH, OD e T (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, 2014). Com isso, pode-se assumir que essas variáveis não interferiram nos resultados do presente experimento.

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 o 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 CL_{50} (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 $0,18 \text{ mg L}^{-1}$ em todos os tratamentos, mas é preciso considerar que este valor “limite” foi calculado para a espécie *Macrobrachium 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 alta 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 pela alta concentração de nitrito.

O aumento da concentração de nitrito no ambiente atrasa o desenvolvimento larval, diminui o ganho de peso e a sobrevivência, tanto no início, como no final do desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* (Mallasen e Valenti, 2006). Segundo Hayd et al. (2014), o valor de $0,8 \text{ mg L}^{-1}$ poderia ser usado como referência em larviculturas comerciais de *Macrobrachium amazonicum*. No presente estudo, os teores de nitrito em todos os tratamentos foram cerca de três a quatro vezes inferiores a este valor, entretanto, há que se considerar que mesmo baixas concentrações podem causar efeitos crônicos e que, em conjunto com outros fatores (stress das larvas devido ao manejo do experimento e a presença de amônia e nitrato), podem ter causado mortalidade. Em larviculturas comerciais, normalmente são realizadas trocas emergenciais em situações de acúmulo de excretas nitrogenados. Entretanto, devido à natureza do presente estudo, tais trocas não puderam ser realizadas.

Ainda com relação ao nitrito, a melhor sobrevivência no tratamento FBE, talvez tenha ocorrido devido à maior capacidade de remoção de nitrito registrada por esse sistema em relação ao FBD, o que pode ser decorrente da taxa de renovação constante durante todo o experimento (80% do volume do tanque de larvicultura ao dia), enquanto a taxa de renovação do sistema FBD variava ao longo do dia, de acordo com a vazão da tubulação que conduzia a água do tanque de larvicultura ao biofiltro externo. Esta oscilação se deveu ao entupimento parcial das telas de

contenção das larvas, principalmente após o manejo alimentar, e isso pode ter prejudicado o processo de filtragem biológica. Do ponto de vista da praticidade de produção, no entanto, deve-se levar em consideração que a operação do sistema FBE é mais demorada e complexa que nos demais sistemas, demandando maiores gastos com mão de obra. Além disso, esse sistema pode apresentar maiores oscilações diárias das variáveis de qualidade de água e também, maior probabilidade de ocorrência de canibalismo devido à concentração de larvas durante a operação de renovação diária da água, em relação aos sistemas fechados dinâmicos. Embora essas oscilações ou o canibalismo não tenham sido observadas no presente trabalho, provavelmente ocorram em larviculturas comerciais de maior porte. De qualquer forma, as sobrevivências obtidas nos tratamentos FBD e FBE estão próximas aos valores relatados por Valenti (2007) para larviculturas comerciais, que é em torno de 50%.

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, 2010). No presente trabalho a pré-maturação dos biofiltros foi iniciada cerca de dez dias antes da realização do experimento e não com 15 dias de antecedência, conforme as recomendações de Valenti (1998) para a larvicultura de camarões de água doce. Esse procedimento foi assim adotado porque, embora o nitrato seja bem menos tóxico do que a amônia e o nitrito (Romano e Zeng, 2007), em experimentos anteriores, notou-se que nos períodos de maturação superiores a dez dias, ocorriam altos valores de nitrato na água de cultivo e as larvas de *M. amazonicum* apresentaram sintomas de intoxicação, como por exemplo, coloração azulada, natação em círculos e assentamento no fundo dos tanques de cultivo. Segundo Mallasen et al (2004), que estudaram a toxicidade de nitrato em *M. rosenbergii* em uma série de experimentos utilizando crescentes concentrações de N-nitrato, níveis de N-nitrato em torno de 180 mg L⁻¹ não causaram estresse nas larvas. Entretanto, deve-se considerar que as larvas de *M. amazonicum* são bem menores que as de *M. rosenbergii* e essa diferença de biomassa pode representar uma maior sensibilidade ao nitrato do camarão-da-amazônia em relação ao da Malásia.

Apesar da reposição de água realizada pelo filtro tipo canister, utilizando a mesma água da caixa do tratamento, as sobrevivências obtidas no tratamento FTC foram muito baixas. Investigando-se o funcionamento do sistema, observou-se que devido à forte sucção apresentada pela tubulação de entrada do filtro Canister, as larvas ficavam presas à tela de contenção colocada na entrada do filtro, ocasionando altas mortalidades, principalmente durante os primeiros estágios larvais, quando as larvas não tinham força suficiente para se livrarem da sucção. Essa deficiência não pôde ser corrigida a tempo no experimento, mas a correção foi feita e testada com bons resultados em testes posteriores.

Apesar do fraco desempenho do tratamento FTC em termos de sobrevivência, além das modificações estruturais já mencionadas acima, deve-se considerar que ainda há outras adaptações a serem realizadas, as quais podem aumentar a eficiência desse sistema, como por exemplo, a inoculação com bactérias nitrificantes comerciais. Vale também ressaltar que, por se tratar de um sistema modular e que pode ser adquirido em lojas de aquarismo, o manejo dos filtros Canister é mais fácil do que os outros modelos de biofiltros estudados neste experimento. Sendo assim, mesmo com sobrevivências inferiores aos sistemas tidos como “convencionais” (aqui representados pelos tratamentos FBD e FBE), a utilização do filtro Canister poderá ser viável para pequenas larviculturas comerciais, devido à menor mão de obra necessária para instalação e manutenção do sistema, em comparação aos filtros convencionais.

Conclusões

Os tratamentos FBD e FBE apresentaram sobrevivências significativamente maiores, enquanto não houve diferença significativa entre os tratamentos na remoção dos compostos nitrogenados. Adaptações no sistema FTC para reduzir a mortalidade devem ser estudadas, devido ao potencial apresentado por esse sistema.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento parcial desta pesquisa (Processo FAPESP 2015/20122-9)

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela bolsa de mestrado concedida

Referências bibliográficas

- ANGER, K.; 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.; HAYD, L. 2010. Feeding and growth in early larval shrimp *Macrobrachium amazonicum* from the Pantanal, southwestern Brazil. *Aquatic Biology*, 9(3): 251–261.
- ARAÚJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265(1-4): 187-193.
- 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.
- ARAÚJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2017. Effects of feeding strategy on larval development of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Brazilian Journal of Animal Science*, 46(2): 85-90.
- 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.
- GUEST, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37(2): 141-152.
- 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.; LEMOS, D.; VALENTI, W. C. 2010. Ontogenetic variation in ammonia

- excretion during the early life stages of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(s1): 107–115.
- 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*, 45(1): 55-64.
- 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.; 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.; 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.
- 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 World Aquaculture Society*, 43(5): 659–669.
- MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. 2014. Effect of tank colour on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture Research*, 45(6): 1041–1050.
- MALLASEN, M.; VALENTI, W. C. 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 261(4): 1292-1298.
- MALLASEN, M., VALENTI, W.C., ISMAEL, D., 2004. Effects of nitrate concentration on larval development of the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Applied Aquaculture*, 14: 55-69.
- 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.
- 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.
- 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.
- PHILIPS, S., LAANBROEK, H.J; VERSTRAETE, W. 2002. Origin, causa e efeitos do aumento das concentrações de nitritos em ambientes aquáticos. *Análises em Ciência Ambiental e Biotecnologia*, 1: 115.
- 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.
- ROMANO, N.; C. ZENG. 2007. Acute toxicity of sodium nitrate, potassium nitrate and potassium chloride and their effects on haemolymph composition and gill structure of early juvenile blue seimmer crabs, *Portunus pelagicus*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26:1955–1962.
- SPRAGUE, J.B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish. III. Sublethal effects and “safe” concentrations. *Water Research*, v.5, p.245-266.
- TIMMONS, M.B.; EBELING, J.M.; WHEATON, F.W.; SUMMERFELT F.T.; Vinci, B.J. 2002. *Recirculação de Sistemas de Aquicultura* (2ª edição), Cayuga Aqua Ventures, Nova Iorque, 769 p.
- TIMMONS, M.B.; EBELING, J.M. 2010 *Recirculating Aquaculture*, 2nd ed. Cayuga Aquaculture Ventures, Ithaca, NY, USA, p.948.

- 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. 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.; 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.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como objetivo inicial da presente dissertação buscamos analisar a eficiência do uso do filtro tipo Canister, 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 outros sistemas de filtragem e mesmo o sistema sem filtro biológico, concluímos que esse sistema não foi tão eficiente por conta da força de sucção que acabava por matar as larvas. Entretanto, logo após nossas análises e resultados do experimento fizemos algumas adaptações no FTC para diminuição da sucção e, assim, conseguimos um melhor resultado com o uso desse filtro. Para estudos futuros e aprofundamento levaremos em consideração essas adaptações feitas e suas melhorias para que, com isso, o FTC tenha um real desempenho facilitando, assim, a larvicultura dos camarões.

Com os resultados do presente experimento acreditamos ter contribuído para o desenvolvimento da técnica de larvicultura comercial de *Macrobrachium amazonicum*, principalmente para pequenos produtores, para que enfim essa atividade possa emergir no cenário da aquicultura brasileira.