

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS JABOTICABAL**

**USO DE BIOFLOCOS COMO ALIMENTO SUPLEMENTAR PARA LARVAS
DE LAMBARI (*Astyanax lacustris*)**

Graziele Cristina Guaiume

**Orientadora: Prof. Dra. Maria Célia Portella
Coorientadora: Dra. Sara Mello Pinho**

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

**Jaboticabal – SP
2/2022**

G898u Guaiume, Grazielle Cristina
Uso de Bioflocos como alimento suplementar para larvas de
lambari (*Astyanax lacustris*) / Grazielle Cristina Guaiume. --
Jaboticabal, 2022
47 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Maria Célia Portella
Coorientadora: Sara Mello Pinho

1. Peixe. 2. Plâncton. 3. Resíduos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: BIOLOGIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Uso de bioflocos como alimento suplementar para larvas de Lambari (*Astyanax lacustris*)

ACADÊMICA: Grazielle Cristina Guaiume

CURSO: Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Maria Célia Portella e Sara Mello Pinho

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente Maria Célia Portella

Membro: Eduardo Pahor Filho

Membro: Juliano José de Oliveira Coutinho

Jaboticabal 10 / 03 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 21 / 03 / 2022

Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto
Chefe do Departamento

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo nº139709/2019-3) pela bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) atribuída a mim para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Ivone e Marcio, que cada um de sua forma, me apoiaram para conclusão da minha graduação. Só me tornei o que sou hoje graças a vocês. Obrigada, amo vocês.

Agradeço imensamente ao carinho e aos ensinamentos de minha orientadora Profa. Dra. Maria Célia Portella, você sempre depositou confiança em mim e em meu trabalho. Muito obrigada pela oportunidade. A minha coorientadora Dra. Sara M. Pinho pela amizade e dedicação no planejamento e execução desse projeto, que apesar de longe, esteve sempre disposta a me ajudar independente do assunto ou problema. Vocês são pessoas maravilhosas nas quais sempre vou me espelhar

Aos meus familiares que estiveram torcendo por mim todos esses anos de faculdade, sempre ajudando como puderam, seja com palavras de incentivo ou com presentes e comidinhas para deixar a minha vida acadêmica mais confortável. Agradeço a minha namorada Luana pelo pontapé que faltava para o encerramento desse ciclo tão importante em minha vida. Suas palavras e companheirismo foram preciosos para mim nesse momento.

A todos os meus amigos da faculdade do curso de Zootecnia, em especial a Beatriz Araujo, Camila Mayumi e João Bertoco. Vocês foram minha família ao longo desses anos. Agradeço também a todos os meus amigos de estágio do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP). Apreendi muito com vocês em todos esses anos, agradeço muito a companhia e a amizade de todos.

Aos professores que conheci ao longo da minha graduação, em especial ao Prof. Dalton Carneiro e Prof. Eduardo Pahor (Kotoko). Vocês são exemplos que quero seguir em minha vida, agradeço imensamente pela amizade e pelas palavras de sabedoria.

A todos que me ajudaram na execução de meu experimento, seja pelo suporte emocional ou nas coletas, em especial ao Magdiel Oliveira, Jéssica

Lima, Andreza Tellechea, Marcelo Hiromoto, Denis Johanssem, Juliano Coutinho e os pós doutorandos Laura Silva e Jesaias Costa.

A todos vocês que fizeram parte dessa etapa, muito obrigada!

“Se você tiver tudo o que quer no minuto em que deseja, qual é o sentido de viver?”
Jake, Hora de Aventura

Sumário

1. Introdução geral	1
1.1. Aquicultura	1
1.2. Lambaricultura (Astyanax) e a lambaricultura	2
1.3. Alimentação das larvas	5
1.4. Tecnologia de Bioflocos – BFT	6
2. Objetivos	9
3. Hipótese	9
4. Artigo Científico	15
4.1. Introdução	16
4.2. Metodologia	18
4.2.1. Delineamento experimental	18
4.2.2. Alimentação das larvas	18
4.2.2.1. Produção de náuplios de artêmia	18
4.2.2.2. Produção de bioflocos	19
4.2.2.3. Protocolo de alimentação	20
4.2.3. Produção de larvas	21
4.2.4. Análises estatísticas	24
4.3. Resultados	24
4.4. Discussão	27
4.5. Conclusão	29

Lista de figuras e tabelas

Figuras

Figura 1.1. Crescimento da piscicultura Brasileira entre 2014 a 2020	2
Figura 1.2. Manejo e classificação de lambari para venda	3
Figura 1.3. Cultivo de organismos aquáticos em tecnologia de bioflocos.	7
Figura 2.1. Eclosão de náuplios de artêmia para alimentação das larvas	19
Figura 2.2. Análise de volumes de flocos em cones de Imhoff	20

Tabelas

Tabela 1.1. Trabalhos realizados com lambari referente à nutrição na fase de engorda	4
Tabela 2.1. Relação do número de náuplios de artêmia por larva e quantidade de ração (*) ofertadas ao longo do experimento de acordo com tratamento e período de desenvolvimento (Em DPE). Do 13° ao 22° de cultivo experimental, foi ofertado ração (*)	23
Tabela 2.2. Variáveis de desempenho zootécnico analisadas ao longo do estudo para cada tratamento, analisadas ao 7°,13°,20° e 22° DPE.....	25
Tabela 2.3. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos parâmetros de qualidade da água em cada tratamento ao longo do experimento	26

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. *Aquicultura*

Com o aumento da população, a demanda por proteína animal cresce a cada década (FAO, 2020). O fornecimento de proteína animal de alta qualidade é importante para garantir uma nutrição balanceada e o sustento do ser humano (SARTORI & AMANCIO, 2012). Neste cenário, os pescados possuem importante papel, pois fornecem ácidos graxos essenciais não sintetizados pelo corpo humano (SOUZA et al., 2018). Além disso, os peixes são reconhecidos por possuírem carne com alto teor proteico (SILVA, 2016), lipídios essenciais para saúde humana (SARTORI & AMANCIO, 2012, BOMBARDELLI et al., 2005) e outros nutrientes, justificando o termo “carne saudável” comumente utilizado pela população.

Com o aumento do consumo de pescado e estagnação da pesca (PeixeBR, 2021), aumenta a importância da atividade produtiva denominada aquicultura. Tal atividade é o cultivo de organismos aquáticos destinados ao consumo humano (STICKNEY, 2001), responsável por aproximadamente 100 milhões de toneladas da produção mundial de pescados em 2018 (FAO, 2020). Atualmente a aquicultura exerce papel chave para atender à demanda de proteína animal.

A China lidera a produção aquícola mundial, representando 57% do volume total produzido (FAO, 2020). O Brasil ocupa a 13ª colocação entre os maiores produtores aquícolas mundiais (FAO, 2020). Isto porque se trata de um país abundante em recursos naturais e clima propício, facilitando a produção (OSTRENSKY et al., 2007), além de uma alta biodiversidade e peixes com potencial para cultivo (VALLADÃO et al., 2016; PINHO et al., 2021).

O cultivo de peixes (denominado “piscicultura”) no Brasil foi o principal fator para o crescimento da aquicultura nacional, subindo de 758.006 toneladas em 2019 para 802.930 toneladas produzidas em 2020 (PeixeBR, 2021), com média de crescimento anual entre 2019 a 2020 de 5,9% (PeixeBR, 2021), como demonstrado na Figura 1.1. A piscicultura brasileira é principalmente representada pelo cultivo de peixes de água doce, com maior destaque para a tilápia (FAO, 2020). A tilápia é um peixe resistente e de fácil manejo e

comercialização, devido às características particulares da espécie, como seu hábito alimentar fitoplanctófago, precocidade reprodutiva, melhoramento genético avançado e boa aceitação no mercado consumidor (OLIVEIRA et al., 2007, EL-SAYED, 2019, FERNANDES et al., 2001). Apesar da tilápia ser o peixe mais cultivado no Brasil (PEDROZA FILHO et al., 2020), ela é uma espécie exótica e existem algumas ressalvas ambientais e mercadológicas quanto a sua produção (PINHO et al., 2021). Por outro lado, a produção de peixes nativos brasileiros está ganhando destaque em território nacional, com uma diversa gama de espécies potenciais para aquicultura (VALLADÃO et al., 2016).

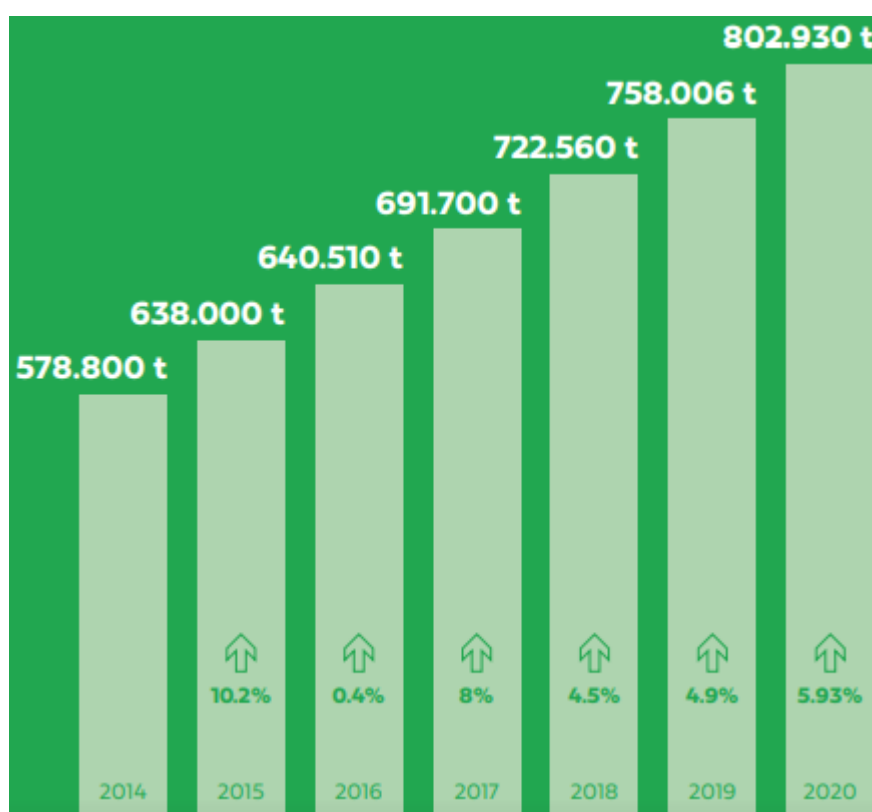


Figura 1.1. Crescimento da piscicultura Brasileira entre 2014 e 2020. Fonte: PeixeBR (2021)

1.2. *Lambari (Astyanax) e a Lambaricultura*

Entre a vasta quantidade de espécies de peixes sul-americanos, o grupo conhecido como “peixes redondos” é o mais cultivado, principalmente representado pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus*

mesopotamicus) e seus híbridos (PeixeBR, 2020). Os peixes do gênero *Astyanax*, popularmente conhecidos como lambari, também vêm ganhando espaço, principalmente na região sudeste do país (PINHO et al., 2021). O lambari é pertencente à família Characidae, sendo um peixe de pequeno porte (10 a 15 cm) e distribuído na região do sudeste do Texas, México, América Central e América do Sul (Nelson et al., 2016), e comumente presente nas bacias brasileiras (ARTONI et al., 2006; BARRETO et al., 1998) (Figura 1.2). A comercialização do lambari é principalmente destinada à alimentação humana como petiscos e para a utilização como isca viva para pesca esportiva (SABBAG et al., 2011, SILVA et al., 2011). O rápido desenvolvimento e ciclo de vida, hábito alimentar planctófago, fácil manejo e reprodução constante (ALMEIDA, 2007) torna o lambari um peixe com grande potencial para o cultivo. O lambari-rosa é uma variedade do lambari-de-rabo-amarelo, este recentemente renomeado como *Asyanax lacustris*, e proveniente da bacia do alto do Rio Paraná (LIMA ET AL., 2007). A espécie pode atingir comprimento total de 15 cm (ANGELINI E AGOSTINHO, 2005). Por se tratar de um peixe recentemente renomeado, é possível encontrar artigos com as nomeclaturas *A. bimaculatus* (LINNAEUS, 1758) e *A. altiparanae* (GARUTTI & BRITSKI, 2000)



Figura 1.2. Manejo de classificação de lambari para venda. (Fonte: SUSSEL, 2015)

A produção de lambari é denominada como lambaricultura (SUSSEL et al., 2015). Em cultivo, o lambari atinge o peso médio de venda com 50 g, em 3 meses (STEVANATO, 2016). Apesar de haver inúmeras espécies de lambaris

produzidas no mercado, destacam-se as pesquisas conduzidas com o lambari-de-rabo-amarelo (*A. altiparanae*). Essa é a espécie da maior parte dos relatos científicos, pois estudos mostram que é a que apresenta melhores desempenhos zootécnicos, tornando seu estudo de interesse para o setor (SUSSEL et al., 2015). De maneira geral, a lambaricultura é dividida em duas fases produtivas, a larvicultura e a engorda. As pesquisas com lambari são normalmente focadas na fase de engorda, conforme mostrado na Tabela 1.1., a qual sumariza alguns trabalhos já realizados sobre o cultivo de lambari. De maneira geral, o número de pesquisas envolvendo a fase de engorda com a utilização de *A. altiparanae* trazem resultados satisfatórios para o setor. Contudo, a carência de informações sobre larvicultura torna essa etapa desafiadora para os produtores, uma vez que não encontram dados para se basearem.

Tabela 1.1. Trabalhos realizados com lambari referentes à nutrição na fase de engorda

Autores	Espécie de lambari	Objetivo	Tratamentos	Principais resultados
MASSAGO & SILVA (2020)	<i>A. bimaculatus</i>	Avaliar o desempenho do lambari com diferentes níveis de proteína bruta (PB) nas dietas	Dietas com 18,9; 21,3; 23,7; 26,5; 28,6 e 31,2% de PB	Melhores resultados quanto ao crescimento do lambari encontrados nos tratamentos com 26,5% PB
COSTA (2018)	<i>A. altiparanae</i>	Avaliar a viabilidade econômica da engorda de lambari em viveiro escavado	-	Os resultados indicaram viabilidade econômica, com um retorno esperado de 5 anos.
CAMPELO (2015)	<i>A. altiparanae</i>	Determinar exigências de lisina e metionina para fêmeas de lambari na fase de engorda	1º Experimento: 12,13; 13,31; 15,36; 18,79; 19,92 e 23,02 g kg ⁻¹ de lisina. 2º Experimento: 6,71; 8,31; 11,31; 13,12; 15,59 e 19,74 g kg ⁻¹ de metionina + cistina 19,92 e 23,02 g kg ⁻¹ de lisina.	Os resultados sugeriram que as exigências do lambari de 0,5kg de: metionina + cistina é de 13,52 g kg ⁻¹ e lisina é 18,72 g kg ⁻¹
SERAFINE (2003)	<i>A. bimaculatus</i>	Determinar níveis de PB em dietas para peixes entre 0,7 e 4,8 g	Dietas com 25; 29; 33; 37 e 41% de PB	O nível recomendado de PB para a fase estudada foi de 37%
SILVA et al. (2009)	<i>Oligosarcus argenteus</i>	Avaliar o desempenho de lambaris com 0,8 g ao substituir a ração por larva de mosca (<i>Musca domestica</i>)	Dietas com 100% de ração, 25% larva + 75% ração, 50% larva + 50% ração, 75% larva + 25% ração e 100% larva	O estudo indicou ser possível substituir 100% da ração por larva de mosca para alimentação de lambaris em estágio inicial de cultivo

Até o momento, poucos artigos foram publicados sobre o cultivo de larvas de lambari (MEURER et al, 2005, HAYASHI et al., 2004). De maneira geral, a larvicultura de lambari é realizada seguindo protocolos de espécies nativas com semelhança filogenéticas, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (PORTELLA et al., 2014), ou conforme a experiência e conhecimento prático dos produtores.

1.3. Alimentação das larvas

Na prática, as larvas de lambari são cultivadas em sistema fechado até o 18º dia pós eclosão (DPE) e depois destinadas às estruturas de engorda, normalmente viveiros escavados na área externa da propriedade. Por volta do 18º dia, espera-se que as larvas já apresentem flexão total da notocorda e aparência similar ao animal adulto (STEVENATO, 2016), características que marcam o fim do período larval (KENDALL et al., 1984). As larvas são comumente cultivadas na densidade de 500 larvas/m³ e alimentadas com organismos planctônicos para melhor desenvolvimento até o seu 10º DPE. Após esse período há introdução de ração. Por necessitar de alta quantidade de organismos planctônicos, as larvas são comumente cultivadas em tanques escavados, onde há presença natural desses organismos. No entanto, por se tratar de um período delicado de desenvolvimento, a qualidade de água e cuidado no manejo são fatores-chave para uma boa produção. Por isso, em alguns casos, as larvas são produzidas em sistemas intensivos, i.e., em ambientes protegidos. Nestes sistemas, há necessidade de produzir alimentos vivos (e.g., náuplios de artêmia) para serem fornecidos às larvas.

O pequeno número de artigos publicados e informações científicas disponíveis sobre a larvicultura de lambari é limitante para a criação racional e sustentável de lambari, uma vez que o manejo correto na larvicultura é fundamental para o sucesso da produção. A disponibilidade de larvas e juvenis saudáveis e bem nutridos para a fase subsequente de engorda aumentam as chances de obtenção de animais com melhores índices zootécnicos, elevando a rentabilidade do produtor (SAPIÚBA-TAVARES & ROCHA, 1994; LUZ & PORTELLA, 2002). Somado a isto, a necessidade de definição de protocolos de alimentação e manejo para larvicultura é reforçada pelo fato de que nessa fase podem ocorrer altas taxas de mortalidade, uma vez que as larvas são mais

vulneráveis que os indivíduos adultos por serem animais recém eclodidos passando por diversas mudanças morfológicas e fisiológicas em um curto intervalo de tempo (WEINGARTNER et al., 2009). Projetos recentes vem sendo desenvolvidos por instituições brasileiras para tentar resolver a problemática de escassez de informações sobre larvicultura do lambari. Com destaque às pesquisas desenvolvidas na Fundação Educacional de Ituverava (FAFRAM) liderado pela Profa. Rosângela Kiyoko Jomori, e no CAUNESP liderado pela Profa. Maria Célia Portella.

Em relação à alimentação das larvas de lambari, embora o uso de náuplios de artêmia seja eficiente para alimentar as larvas de peixes (DHONT et al., 2013, TAKATA., 2007, PORTELLA et al. 2012, 2014), a produção de náuplios de artêmias é onerosa e demanda mão de obra capacitada. Isso ocorre porque o preço dos cistos e o preparo técnico para a produção dos náuplios são elevados, encarecendo o custo do produto final e diminuindo o lucro líquido da atividade (JOMORI et al. 2005, LIPSCOMB et al., 2020). Devido a estes problemas de caráter relacionado à dependência da produção de alimento vivo (artêmias), estudos de formas alternativas, eficientes e baratas para alimentação das larvas se tornam necessários para o lambaricultor. Empregar sistemas de cultivos que favoreçam indiretamente o alimento vivo às larvas, como o sistema de bioflocos, pode ser uma alternativa para diminuir tal problema.

1.4. Tecnologia de bioflocos - BFT

Os cultivos empregando a tecnologia de bioflocos (BFT) são amplamente estudados como uma alternativa para diminuir a dependência de recursos na aquicultura, como água e ração (SERAFINE et al., 2015, BROL et al., 2017). O BFT consiste na manipulação da relação carbono:nitrogênio (C:N) da água em constante aeração e movimentação, acarretando o crescimento de microrganismos específicos, principalmente bactérias heterotróficas e nitrificantes (CRAB et al., 2012) (Figura 1.3.). Em cultivos de organismos aquáticos, o aporte de nitrogênio ocorre principalmente por meio da introdução da ração que alimenta os animais. Para alcançar a proporção de C:N desejada, há necessidade de introdução de uma fonte externa de carbono, seja diretamente no tanque de cultivo (BFT *in situ*) ou em tanques/reactores onde os

bioflocos são produzidos para posteriormente serem destinados aos tanques de cultivo (BFT *ex situ*) (EMERENCIANO et al., 2017). A rica comunidade microbiana encontrada no BFT é uma fonte nutritiva de alimentos, e quando em cultivo é realizado *in situ* ficam disponíveis 24h para os peixes (EMERENCIANO et al., 2013). Além das bactérias, outros microrganismos compõem o bioflocos, entre eles organismos zoo- e fitoplanctônicos, oligoquetos e nematoides (PINHO et al., 2017, SOUZA et al., 2018, MONROY-DOSTA et al., 2013), entre outros.



Figura 1.3. Cultivo de organismos aquáticos em sistema de bioflocos no CITYFOOD Living Lab, Caunesp, Jaboticabal.

A comunidade de organismos vivos que compõe os bioflocos é normalmente considerada importante item alimentar dos peixes cultivados, por serem atrativos e de alto valor nutritivo (AVNIMELECH, 2006; AZIM & LITTLE, 2008). EKASARI et al. (2015) descreveram maiores taxas de crescimento e maior sobrevivência para larvas de tilapia-do-nilo (*Orochromis niloticus*) cultivadas em BFT comparado ao cultivo em água clara. Para larvas de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), no entanto, ANGELE-ESCOBAR et al. (2021) relataram baixo crescimento em comparação à água clara. Não há relatos

de cultivo de lambari em BFT *in situ* ou do aproveitamento dos bioflocos para alimentar larvas de lambari.

Tendo em vista o hábito alimentar onívoro do lambari, espera-se que as larvas poderão se alimentar dos microrganismos dos bioflocos. Além de favorecer a produção de larvas de lambari, reaproveitar os bioflocos em excesso nos tanques de cultivo poderá ser benefício também para os produtores que empregam o BFT para a criação de outras espécies. Isto porque, apesar de ser eficiente na utilização de recursos, a pouca renovação de água do sistema de BFT pode gerar uma alta quantidade de resíduos sólido (JUNG et al., 2020; EMERENCIANO et al., 2011). Quando esses sólidos (biomassa de bioflocos) são descartados, eles podem se tornar agentes poluentes no ambiente natural (QUINTÃ et al., 2015). Até o momento, poucas soluções foram propostas sobre o tratamento ou reutilização dos sólidos descartados do BFT. Tendo em vista que na biomassa de bioflocos está presente a comunidade planctônica que pode servir de alimento para as larvas (AVNIMELECH, 2006; AZIM & LITTLE, 2008), torna-se promissor investigar o aproveitamento dos bioflocos com alimento suplementar para larvas de lambari.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a substituição de náuplios de artêmia por bioflocos para alimentação de larvas de lambari-rosa (*Astyanax lacustris*).

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico de larvas de lambari-rosa alimentadas com diferentes níveis de substituição de náuplios de artêmia por bioflocos, sendo: 75% de artêmia + 25% bioflocos (75Art-25BFT); 50% de artêmia + 50% bioflocos (50Art-50BFT) e 25% de artêmia + 75% bioflocos (25Art-75BFT)
- Monitorar a qualidade da água dos tanques de lambari criados em sistema fechado e recebendo bioflocos e/ou artêmia como alimento.

3. HIPÓTESE

A suplementação com bioflocos em substituição parcial aos náuplios de artêmia como alimento inicial para larvas de lambari-rosa leva a um desempenho zootécnico igual ou superior às larvas alimentadas exclusivamente com náuplios de artêmia.

Referências

ALMEIDA, R. B. C. (2007). *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) como modelo biológico de espécie de peixe para exploração zootécnica e biomanipulação. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu: UNESP. 103

ANGELES-ESCOBAR, B. E., DA SILVA, S. M. B. C., SEVERI, W. (2021) Growth, red blood cells, and gill alterations of red pacu (*Piaractus brachypomus*) fingerlings by chronic exposure to different total suspended solids in biofloc. *Journal of the World Aquaculture Society*. 1-17

Anuário PeixeBR (2021). Link para acesso <
<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>> Último acesso: 30 jul. 2021

ARTONI, R. F., SHIBATTA, O. A., GROSS, M. C., SCHNEIDER, C. H., ALMEIDA, M. C., VICARI, M. R., BERTOLLO, L. A. C. (2006). *Astyanax aff. fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). *Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 4(2):197-202

AVNIMELECH, Y. (2006). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture* 264: 140–147

AZIM, M. E., LITTLE, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283:29–35.

BARRETO, B. P., RATTON, T. F., RICARDO, M. C. P., ALVES, C. B. M., VONO, V., VIEIRA, F. RIZZO, E., BAZZOLI, N. (1998). Biologia reprodutiva do lambari *Astyanax bimaculatus* (Pisces, Characidae) no rio do Carmo, bacia do rio Grande, São Paulo. *ICB/UFMG*. V.6, N.6, p. 121-130

BOMBARDELLI, R. A., SYPPERRECK, M. A., & SANCHES, E. A. (2005). Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 8(2).

BROL, J., PINHO, S. M., SGNAULIN, T., PEREIRA, K. D. R., THOMAS, M. C., DE MELLO, G. L., ... & EMERENCIANO, M. G. C. (2017). Tecnologia de bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. *Archivos de zootecnia*, 66(254), 229-235.

CAMPELO, D. A. V. (2015). Exigências dietéticas de lisina e metionina para fêmeas de lambaris-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) na terminação. Tese apresentada para título de doutor no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá p. 111

COSTA, V. F. D. (2018). Análise de viabilidade econômica e financeira da engorda de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) em viveiro escavado. Monografia

apresentada à coordenação do curso graduação para título em Zootecnia, da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. p. 31

CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357:351–356

DHONT, J., DIERCKENS, K., STØTTRUP, J., VAN STAPPEN, G., WILLE, M., & SORGELOOS, P. (2013). Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In *Advances in aquaculture hatchery technology* (pp. 157-202). Woodhead Publishing.

EKASARI, J., RIVANDI, D. R., FIUDARSI, P. D., SURAWIDJAJA, E. H., JR, M. Z., BOSSIER, P., SCHRYVER, P. (2015). Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture* 441: 72–77

EL-SAYED, A. F. M. (2019). Tilapia culture. Academic Press. DOI: 10.1079/9780851990149.0000

EMERENCIANO, M., BALLESTER, E. L., CAVALLI, R. O., & WASIELESKY, W. (2011). Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International*, 19(5), 891-901.

EMERENCIANO, M., GAXIOLA, G., CUZON, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application 3 and Animal Food Industry. *Biomass Now - Cultivation and Utilization*, 301-328.

EMERENCIANO, M.G.C., CÓRDOVA, L.R., PORCHAS, M., BAEZA, A. (2017). Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Quality Management in Aquaculture Management in Aquaculture. In: *Water Quality. InTech*. p. 91–109

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture (2020) - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Link para acesso: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2021

FERNANDES, J. B. K., CARNEIRO, D. J., & SAKOMURA, N. K. (2001). Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(3), 617-626.

HAYASHI, C., MEURER, F., BOSCOLO, W. R., LACERDA, C. H. F., & KAVATA, L. C. B. (2004). Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 21-26.

JOMORI, R.K. (1999). Estudos sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) com náuplios de *Artemia* e a substituição por dieta artificial. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 57p. (Monografia) - Universidade Estadual Paulista.

- JOMORI, R.K., CARNEIRO, D.J., MARTINS, M.I.E.G., PORTELLA, M.C. (2005). Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture* 243, 175–183.
- JUNG, J. Y., HUR, J. W., KIM, K., & HAN, H. S. (2020). Evaluation of floc-harvesting technologies in biofloc technology (BFT) system for aquaculture. *Bioresource Technology*, 314, 123719.
- KENDALL, A.W., AHLSTROM, E.H., MOSER HG (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Richardson SL (eds) *Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Lawrence, Kansas, pp 11–22.
- LIMA, F. C., & BRITSKI, H. A. (2007). *Salminus franciscanus*, a new species from the rio São Francisco basin, Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 5(3), 237-244.
- LIPSCOMB, T. N., PATTERSON, J. T., WOOD, A. L., WATSON, C. A., & DIMAGGIO, M. A. (2020). Larval growth, survival, and partial budget analysis related to replacing *Artemia* in larval culture of six freshwater ornamental fishes. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(5), 1132-1144.
- LUZ, R, K; PORTELLA, M, C. (2002). Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em Água Doce e Água Salinizada. *R. Bras. Zootec.*, 31(2): 829-834, 2002 (suplemento).
- MASSAGO, H., & DA SILVA, B. C. (2020). Desempenho do lambari-do-rabo-amarelo alimentado com rações práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta. *Agropecuária Catarinense*, 33(3), 67-71.
- MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W. R., KAVATA, L. B., & LACERDA, C. H. F. (2005). Feeding level for yellow tail lambari (*Astyanax bimaculatus*) fingerlings. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 1835-1840.
- MONROY-DOSTA, M. D. C., LARA-ANDRADE, D., CASTRO-MEJÍA, J., CASTRO-MEJÍA, G., & COELHO-EMERENCIANO, M. G. (2013). Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3), 511-520.
- NELSON, J. S., GRANDE, T. C., & WILSON, M. V. (2016). *Fishes of the World*. 5º Edição, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons. ISBN 9781118342336.
- OLIVEIRA, E. D., SANTOS, F. D. S., PEREIRA, A. M. L., & LIMA, C. B. (2007). Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. Circular técnica 45, Embrapa Meio-Norte.

OSTRENSKY, A. J. R. BORGHETTI E D. SOTO. Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil. – Grupo integrado de aquicultura e estudos ambientais (GIA). Curitiba, (2007). 279 p. il.

PEDROZA FILHO, M. X., RIBEIRO, V., ROCHA, H., UMMUS, M., & do VALE, T. M. (2020). Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil. 49 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 26)

PINHO, S. M., MOLINARI, D., DE MELLO, G. L., FITZSIMMONS, K. M., & EMERENCIANO, M. G. C. (2017). Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering*, 103, 146-153.

PINHO, S. M., DAVID, L. H., GARCIA, F., KEESMAN, K. J., PORTELLA, M. C., & GODDEK, S. (2021). South American fish species suitable for aquaponics: a review. *Aquaculture International*, 1-23.

PORTELLA, M. C., JOMORI, R. K., LEITÃO, N. J., MENOSSI, O. C. C., FREITAS, T. M., KOJIMA, J. T., ... & CARNEIRO, D. J. (2014). Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. *Aquaculture*, 432, 402-417.

QUINTÃ, R., SANTOS, R., THOMAS, D. N., & LE VAY, L. (2015). Growth and nitrogen uptake by *Salicornia europaea* and *Aster tripolium* in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater. *Chemosphere*, 120, 414-421.

SABBAG, O. J., TAKAHASHI, L. S., SILVEIRA, A. N., ARANHA, A. S. (2011). Custos e viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo-amarelo em Monte Castelo/sp: um estudo de caso. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 37(3): 307 – 315.

SARTORI, O. A. G., & AMANCIO, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança alimentar e nutricional*, 19(2), 83-93.

SERAFINI, R. L. (2015). Utilização do sistema de bioflocos na larvicultura de Tilápia-do-Nilo. 2015. xvi, 92 f. Tese de doutorado para Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, Jaboticabal – SP. xvi, p. 92

SERAFINI, M. A. (2003). Níveis de proteína bruta em dietas de lambari também dos 0, 7 aos 4, 8 gramas de peso. Tese de mestrado apresentado a Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do programa de pós graduação em Zootecnia. UFV. Viçosa – MG. P. 38

SILVA, A. F. H. D. (2016). Benefícios do consumo regular de pescado para a saúde humana. Trabalho de conclusão de curso para licenciatura em ciências da nutrição apresentado à Universidade Fernando Pessoa. Porto. p. 32

SILVA, R. F., NAVARRO, R. D., TEIXEIRA, R. B., DE FREITAS, S. G., PEREIRA, M. M., VALENTE, E. E., & DOS SANTOS, L. C. (2009). Larva de mosca doméstica como alternativa na alimentação de lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*). *Zootecnia Tropical*, 27(3), 329-334.

SILVA, N. J. R., LOPES, M. C., DOS SANTOS BARBOSA, F. H. A., GONSALES, G. G. Z., & HENRIQUES, M. B. (2011). Avaliação do potencial do mercado consumidor de lambari da baixada santista. *Informações Econômicas*, SP, v. 41, n. 12, dez. 2011

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, (1994). O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. *Biotemas*, 7 (1/2): 46-56.

SOUSA, A. B. B., & DE ALMEIDA, N. M. (2019). Ácidos graxos em pescado: composição, influência da dieta e benefícios à saúde humana. *Cientec-revista de ciência, tecnologia e humanidades do ifpe*, 10(1). V 10, n° 1, p. 105-120.

STEVENATO, D. J. (2016). Ontogenia larval e pós-larval de *Astyanax altiparanae* (Garrutti & Britski, 2000) em laboratório. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. p. 79.

SUSSEL, F. R. (2015) Lambaricultura: Pequeno no tamanho, grande no potencial! Revista Panorama da Aquicultura. Edição 149. Link de acesso <<https://panoramadaaquicultura.com.br/lambaricultura-pequeno-no-tamanho-grande-no-potencial/>> Último acesso 30/07/2021.

TAKATA, R. (2007). Produção de juvenis de *Artêmia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. Dissertação apresentada ao Programa De Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal – SP. p. 130

VALLADÃO, G. M. R., GALLANI, S. U., & PILARSKI, F. (2018). South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 10(2), 351-369.

VALENTI, W. C. (2008). A aquicultura Brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aquicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008, Florianópolis, 13-15 de maio de 2008. p. 1-11

WEINGARTNER, M., FILHO, E. Z. (2009). Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803): salinidade e cor de tanque. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26 (2): 151-157.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo preparado seguindo as normas do boletim Instituto de Pesca.

Suplementação com bioflocos melhora desempenho produtivo de larvas de lambari-rosa (*Astyanax lacustris*)

Graziele Cristina Guaiume¹, Sara M Pinho^{1,2}, Maria Célia Portella¹

¹ Universidade Estadual Paulista (Unesp), Centro de Aquicultura da Unesp (Caunesp), Jaboticabal, SP, 14884 900, Brazil.

² Mathematical and Statistical Methods (Biometris), Wageningen University, P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen, The Netherlands.

Resumo

A tecnologia de bioflocos (BFT) tem sido amplamente utilizada para criação de peixes e de outros organismos aquáticos em diferentes fases do ciclo de vida. Nos cultivos utilizando BFT há formação de flocos microbianos agregando grande quantidade e variedade de organismos planctônicos, os quais, possivelmente, também poderão servir de alimento para os peixes na fase larval. Tendo em vista que as larvas de lambari possuem hábito alimentar planctófago, espera-se que elas possam aproveitar os organismos presentes no BFT como alimento suplementar. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de bioflocos como alimento suplementar durante a larvicultura do lambari-rosa (*Astyanax lacustris*). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 6 repetições em proporções diferentes (%) de náuplios de artêmia (Art) e bioflocos (BFT), a saber: 100Art-0BFT, 75Art-25BFT, 50Art-50BFT, 25Art-75BFT e 0Art-100BFT. No início do experimento, 200 larvas com 3 dias pós-eclosão (DPE) foram alocadas em 30 tanques. Os peixes foram alimentados com alimento natural, artêmia e/ou BFT, até o 12º DPE, e após esse período os peixes foram alimentados com ração comercial por mais 10 dias. Biometrias foram realizadas a cada 7 dias para avaliar o crescimento e ganho em peso das larvas. Ao 9º DPE, ocorreu a morte de todas as larvas que receberam exclusivamente BFT (0Art-100BFT). Ao final do experimento, as

larvas alimentadas com 50% de BFT (50Art-50BFT) apresentaram melhor ganho de peso e conversão alimentar.

Palavras-Chave: larvicultura, lambaricultura, alimento natural, desempenho zootécnico, náuplios de artêmia.

4.1. Introdução

A demanda por proteína animal cresce progressivamente e junto com ela a necessidade de técnicas de produção eficientes (VALENTI, 2008). O Brasil possui a maior concentração de rios e águas represadas comparado com outros países da América Latina, característica que favorece a aquicultura em grande escala (OSTRENSKY et al., 2007). Em 2018, foram produzidas 722 toneladas de pescado no país, posicionando-o como 13º maior produtor mundial, sendo o Brasil o país que mais apresenta perspectiva de crescimento (24,5%) nesse setor em relação aos demais países da América Latina (FAO, 2020).

Diversas espécies de peixes possuem potencial para criação na aquicultura brasileira, entre elas encontram-se as do gênero *Astyanax*, popularmente conhecido como lambaris (ANTUNES et al., 2013), pertencentes a Ordem Characiformes. Os lambaris são peixes de pequeno porte (10 a 15 cm) amplamente distribuídos desde o Sul do México até América do Sul e encontrados em várias bacias Brasileiras, como as do rio Tibagi (Paraná) e Rio Grande (São Paulo) (ARTONI et al., 2006; BARRETO et al., 1998). A espécie *A. lacustris* (LÜTKEN, 1875), conhecida popularmente como lambari-do-rabo-amarelo, é encontrada na Bacia do Alto Paraná (LIMA et al., 2003). Ele apresenta hábito alimentar onívoro, crescimento rápido, e fácil manejo e reprodução (ALMEIDA, 2007). Comercialmente, o lambari é utilizado como isca viva para pesca esportiva e também é destinado para a alimentação humana, por ser apreciado como petisco (SABBAG et al., 2011). Estes fatores justificam o grande aumento de sua produção, incrementando em 23 toneladas em 2017 em comparação a 2016 (IBGE, 2017).

A larvicultura é uma das etapas mais importantes para a produção de organismos aquáticos (WEINGARTNER et al., 2009). Isto porque o fornecimento

de juvenis saudáveis e bem nutridos para as fases seguintes de produção, muitas vezes, define o sucesso da atividade (SAPIÚBA-TAVARES & ROCHA, 1994; LUZ & PORTELLA, 2002). Nesta fase pode ocorrer alta taxa de mortalidade devido a erros comuns de manejo como, por exemplo, a alimentação inadequada das larvas (GARCIA et al., 2003). No caso da lambaricultura, a fase de larvicultura normalmente tem duração de 17 dias após a eclosão DPE, fase marcada pela total flexão da notocorda (STEVENATO, 2016). Por possuírem um desenvolvimento altricial, as larvas de lambari devem ser alimentadas com alimentos vivos (por exemplo, náuplios de artêmia) após a abertura da boca, no 3º DPE (FRACALOSSO & CIRYNO, 2012). A alimentação com organismos vivos é uma problemática a ser vencida, pois além de necessidade de mão de obra e infraestrutura para produzi-los, seu custo de produção é maior quando comparado ao de alimentos formulados (rações) (JOMORI et al. 2005), sendo necessárias tecnologias que amenizem tais problemas (FERNANDES et al., 2001).

A utilização da tecnologia de bioflocos (BFT) é emergente na aquicultura e permite a redução dos custos com alimentação na produção de peixes. Essa técnica consiste no crescimento de microrganismos na água de cultivo; dentre eles destacam-se as bactérias heterotróficas, as nitrificantes e os organismos planctônicos. Isto ocorre devido à manipulação da relação carbono e nitrogênio (C:N) da água pela adição de uma fonte externa de carbono, e fornecimento de constante aeração e movimentação da água (CRAB et al., 2012). A microbiota gerada é uma excelente fonte de nutrientes para os peixes, resultando em melhor crescimento e conversão alimentar (AVNIMELECH, 2006; AZIM & LITTLE, 2008). Na fase de larvicultura, Ekasari et al. (2015) e Serafini (2015) mostraram o potencial do BFT para a produção de larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*) criadas em sistema de bioflocos, com maior sobrevivência e uniformidade do lote em comparação ao cultivo em água clara. Além disso, Poli et al. (2015) e Besen et al. (2021) mostraram resultados positivos no cultivo de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) e de Kinguío (*Carassius auratus*), respectivamente, gerando expectativas na utilização desta tecnologia para larvas de lambari.

Ainda não há trabalhos que reportem o uso de bioflocos como alimento para larvas de lambari, seja pela produção dessas larvas diretamente nos tanques com bioflocos (*in situ*) ou apenas recebendo os flocos microbianos como alimento vivo (*ex situ*). Espera-se que, devido ao hábito alimentar planctófago do lambari somado à rica comunidade planctônica presente no BFT, os bioflocos possam suplementar ou se constituírem em uma dieta completa para esta espécie na fase larval. Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar o uso de bioflocos como alimento suplementar durante a larvicultura do lambari-rosa (*Astyanax lacustris*).

4.2. Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP (LANOA, CAUNESP) de acordo com as normas exigidas pelo Comitê de Ética Animal (CEUA FCAV/Unesp, Protocolo nº 1121/20).

4.2.1. Delineamento Experimental

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram avaliados cinco tratamentos com seis repetições cada: três tratamentos constituídos por artêmia e bioflocos oferecidos simultaneamente, nas proporções de: 75% de artêmia + 25% bioflocos (75Art-25BFT); 50% de artêmia + 50% bioflocos (50Art-50BFT) e 25% de artêmia + 75% bioflocos (25Art-75BFT), um controle apenas com náuplios de artêmia como alimento exclusivo (100Art-0BFT) e outro com bioflocos como alimento exclusivo (0Art-100BFT). O experimento teve duração de 20 dias, iniciando com larvas ao 3° DPE e finalizado ao 22° DPE, quando apresentaram características morfométricas padrão de juvenil da espécie.

Cada réplica foi constituída por um tanque circular plástico com capacidade de 20L. No total, foram utilizados 30 tanques em sistema estático. O volume de água utilizado em cada tanque foi de 10L até o 19° DPE e 15L até o 22° DPE. Para manter a temperatura similar entre as repetições (aproximadamente 28 °C), os tanques experimentais foram distribuídos aleatoriamente em 15 tanques retangulares de 150L, nos quais uma coluna de

água com altura inferior à dos tanques experimentais circulava, constantemente, na temperatura média aproximada de $28,8 \pm 0,2$ °C. Cada tanque experimental continha aeração individualizada. Para manter a qualidade de água, trocas parciais de 20% da água foram realizadas diariamente do 3° DPE ao 14° DPE e 70% do volume dos tanques foram renovados diariamente a partir do 15° DPE até o dia final do experimento (22° DPE).

4.2.2. Alimentação das larvas

4.2.2.1. Produção de artêmia

Para a produção diária dos náuplios de artêmia, foram usados 200 g de cistos de artêmia para 1L de água. Os cistos foram incubados em incubadoras de 30L preenchidas com água salinizada (35 ‰), sob aeração e iluminação constantes (Figura 2.1). Após 24h, a aeração foi interrompida e os náuplios recém eclodidos foram separados dos cistos para serem coletados aproveitando o comportamento de fototropismo positivo dos náuplios. Ou seja, eles foram atraídos para uma fonte de luz colocada na parte inferior da incubadora juntamente a uma mangueira de coleta, enquanto os cistos ficavam na superfície. Com o auxílio de uma malha fina, os náuplios foram enxaguados com água doce corrente antes de serem fornecidos às larvas. Após a coleta, os náuplios foram quantificados para cálculo do volume diário a ser oferecido em cada réplica dos diferentes tratamentos.



Figura 2.1. Incubadora com cistos de artêmia para produção diária de náuplios para alimentação das larvas de lambari-rosa.

4.2.2.2. *Produção de bioflocos*

Os bioflocos utilizados para alimentação das larvas foram diariamente coletadas de três tanques matrizes com bioflocos maduros, com seis meses de cultivo de tilápia utilizando BFT. Durante o experimento, as tilápias mantidas nesses tanques matrizes foram alimentadas com ração comercial (AGROMIX MIX FISH 32% proteína bruta), duas vezes ao dia, na proporção de 3% da biomassa de peixes. A relação C:N de 15:1 foi mantida por meio da adição de melaço de cana como fonte extra de carbono. A introdução do melaço foi realizada diariamente e na quantidade proporcional à entrada de nitrogênio pela ração, seguindo metodologia de Emerenciano et al. (2017). O volume de bioflocos foi monitorado diariamente utilizando cones Imhoff para determinar a quantidade de flocos disponível em cada um dos tanques (Figura 2.2). Além disso, os parâmetros físico-químicos da água dos três tanques de BFT foram monitorados diariamente durante todo o experimento, utilizando uma sonda

multiparâmetro (Horiba U-50). Os valores médios de temperatura, pH, condutividade, salinidade, sólidos totais e oxigênio dissolvido foram de $27,95 \pm 0,98^{\circ}\text{C}$; $7,12 \pm 0,33$; $4,79 \pm 0,89 \text{ mS/cm}$; $0,24 \pm 0,02 \text{ ppm}$; $2,95 \pm 0,27 \text{ mg/L}$ e $7,75 \pm 0,52 \text{ mg/L}$, respectivamente.



Figura 2.2. Análise do volume de flocos em cones de Imhoff.

4.2.2.3. Protocolo de alimentação

Durante todo o experimento, as larvas foram alimentadas seis vezes ao dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas). As quantidades de alimento vivo ofertadas foram calculadas com base nas quantidades de náuplios de artêmia recomendada para larvas de pacu ao longo do crescimento (JOMORI, 1999), e adaptada para larvas de lambari. Para determinar a proporção entre o volume de bioflocos e a quantidade de artêmia recomendada para cada fase, 480 mL de biomassa decantada de bioflocos e de artêmia foram distribuídas separadamente em 6 tubos Falcon de 80 mL cada. Estas amostras foram centrifugadas (rotação de 1500 rpm por 8 minutos) para retirada do excesso de água e secas em estufa a 55°C por 3 horas. Após esse procedimento, foi calculada a matéria seca de ambos os alimentos em relação à biomassa úmida, após a centrifugação. Com essa informação, foi calculado o volume de biomassa úmida de bioflocos e artêmia que equivalesse a 1 g de matéria seca de ambos.

A proporção de 4,5 mL de bioflocos para cada 1 mL de náuplios de artêmia foi encontrada e utilizada durante todo o experimento.

Para o preparo das refeições, foram mensuradas diariamente a quantidade de artêmia por mL e o volume de bioflocos (conforme descrito nas seções 4.2.2.1 e 4.2.2.2) e calculadas as quantidades que seriam ofertadas de acordo com os tratamentos. Os bioflocos foram coletados diariamente dos três tanques matrizes de BFT, e as amostras foram misturadas, homogenizadas e deixadas para decantação por 15 minutos. Após esse procedimento e o de limpeza dos náuplios (como descrito na seção 4.2.2.1), os bioflocos e os náuplios foram centrifugados (130 rpm, 5 minutos) para a concentração dos mesmos e retirada do excedente de água, sem que o processo afetasse a sobrevivência dos organismos.

O protocolo de alimentação com alimento vivo (artêmia e/ou bioflocos) foi realizado até o 12° DPE. Após esse período, realizou-se a transição para o alimento inerte (INVE O-range GROW, 1,2 mm) durante 4 dias, reduzindo-se diariamente 25% da quantidade total de alimento vivo e introduzindo-se a ração na mesma proporção. Nos 6 dias finais de experimento, a ração foi a única fonte de alimento das larvas, ofertada à vontade até saciedade aparente. As quantidades de alimento ofertadas por tratamento variaram ao longo do experimento de acordo com o crescimento das larvas. Na Tabela 2.1 estão descritas as quantidades referência de náuplios de artêmia por larvas, o volume (mL) de náuplios e bioflocos por repetição e a quantidade de ração após o 13° DPE.

4.2.3. Produção das larvas

Os exemplares de lambari-rosa (*Astyanax lacustris*) foram adquiridos com 1° DPE a partir de reprodução induzida de matrizes no Laboratório de Reprodução do CAUNESP. Com 3 DPE, as larvas (peso 0,02 mg $\pm$ 0,00, altura 0,42 mm $\pm$ 0,089 e comprimento total 0,31 mm $\pm$ 0,53) foram inicialmente distribuídas nos tanques experimentais, na densidade de 20 larvas por litro. Amostras do lote inicial (n= 30) e subsequentemente ao longo do experimento (n=6 por réplica) foram coletadas nos 7°, 12°, 20° e 22° DPE (final do

experimento) para avaliação biométrica do peso individual, altura e comprimento total das larvas. Para isto, as larvas foram anestesiadas e eutanasiadas em solução de benzocaína (0,1 mg/L), e fixadas em formol tamponado 10%.

A partir dos dados biométricos e da contagem de larvas por repetição foram calculados os valores médios de ganho em peso ($GP \text{ (mg)} = \text{Peso final} - \text{peso inicial}$), taxa de sobrevivência para cada réplica ($\text{Sobrevivência (\%)} = (\text{Número final de peixes/número inicial de peixes}) \times 100$) e taxa de crescimento específico ($TCE = [\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso Inicial}] / \text{Dias}$).

Foram monitorados, diariamente, em todas as réplicas o oxigênio dissolvido e a temperatura da água, sendo mensuradas após a penúltima alimentação do dia (após as 16:00 horas). Semanalmente foram mensurados o pH (multiparâmetro Horiba U-50) e a concentração de amônia e nitrito na água, conforme método de Nessler.

4.2.4. Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett) de variâncias, seguidos da análise de variância (ANOVA one-way). Diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey HSD a 5% de significância.

Tabela 2.1 Relação do número de náuplios de artêmia por larva e quantidade de ração (*) ofertadas ao longo do experimento de acordo com tratamento e período de desenvolvimento (Em DPE). Do 13° ao 22° de cultivo experimental, foi ofertado ração (*).

Período (DPE)	Tratamento	Alimento	QTD de Náuplios ou de Ração*	QTD Náuplios (mL) ou de Ração (g)*	QTD BFT (mL)
3° até 4°	100Art-0BFT	Náuplios	50/larva	2,45	0,00
	75Art-25BFT	Náuplios/BFT	38/larva	1,84	2,76
	50Art-50BFT	Náuplios/BFT	25/larva	1,23	5,52
	25Art-75BFT	Náuplios/BFT	13/larva	0,61	8,28
	0Art-100BFT	BFT	0/larva	0,00	11,04
5° até 6°	100Art-0BFT	Náuplios	100/larva	4,92	0,00
	75Art-25BFT	Náuplios/BFT	75/larva	3,72	5,52
	50Art-50BFT	Náuplios/BFT	50/larva	2,45	11,04
	25Art-75BFT	Náuplios/BFT	25/larva	1,23	16,74
	0Art-100BFT	BFT	0/larva	0,00	22,14
7° ao 12°	100Art-0BFT	Náuplios	200/larva	23,80	0,00
	75Art-25BFT	Náuplios/BFT	150/larva	17,85	26,78
	50Art-50BFT	Náuplios/BFT	100/larva	11,90	53,56
	25Art-75BFT	Náuplios/BFT	50/larva	5,95	80,34
	0Art-100BFT	BFT	0/larva	0,00	107,12
13°	100Art-0BFT	Náuplios	300/larva	6,92	
	75Art-25BFT	Náuplios	225/larva	5,19	
	50Art-50BFT	Náuplios	150/larva	3,46	
	25Art-75BFT	Náuplios	75/larva	1,73	
14°	100Art-0BFT	Náuplios	225/larva	5,19	
	75Art-25BFT	Náuplios	169/larva	3,89	
	50Art-50BFT	Náuplios	113/larva	2,60	
	25Art-75BFT	Náuplios	57/larva	1,30	
15°	100Art-0BFT	Náuplios	150/larva	3,46	
	75Art-25BFT	Náuplios	113/larva	2,60	
	50Art-50BFT	Náuplios	57/larva	1,73	
	25Art-75BFT	Náuplios	36/larva	0,87	
16°	100Art-0BFT	Náuplios	75/larva	1,73	
	75Art-25BFT	Náuplios	57/larva	1,30	
	50Art-50BFT	Náuplios	38/larva	0,87	
	25Art-75BFT	Náuplios	19/larva	0,43	
13° ao 22°	100Art-0BFT	Ração	Saciedade Aparente*	31,08*	
	75Art-25BFT	Ração	Saciedade Aparente*	32,89*	
	50Art-50BFT	Ração	Saciedade Aparente*	32,87*	
	25Art-75BFT	Ração	Saciedade Aparente*	29,90*	

4.3. Resultados

Os resultados de desempenho produtivo das larvas de lambari estão apresentados na Tabela 2.2. Todas as larvas alimentadas apenas com bioflocos (0Art-100BFT) morreram no 9° DPE. As larvas alimentadas com 50% de bioflocos (50Art-50BFT) apresentaram melhores resultados ($p < 0,05$) de ganho em peso e peso final. No entanto, até a biometria do 13° DPE, os tratamentos com maiores quantidades de artêmia fornecida (100Art-0BFT e 75Art-25BFT) apresentavam melhores resultados para a maioria das variáveis avaliadas. O ganho em peso, altura e comprimento total das larvas ao longo do experimento também podem ser observadas na Tabela 2.2. De maneira geral, o tratamento 25Art-75BFT produziu larvas com pior crescimento, taxas de sobrevivência e ganho em peso durante todo o experimento. Vale ressaltar que apenas no 8° DPE os bioflocos começaram a ser visíveis (por transparência, sob estereoscópio) no trato digestório das larvas.

Os resultados das variáveis de qualidade da água mensuradas nos tanques onde as larvas de lambari foram cultivadas apresentaram diferença estatística apenas em oxigênio dissolvido, pH e nitrito. Para as médias de temperatura e amônia, não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2.3).

Tabela 2.2. Variáveis de desempenho produtivo analisadas ao longo do estudo para cada tratamento, analisadas ao 7°,13°,20° e 22° DPE.

	100Art-0BFT			75Art-25BFT			50Art-50BFT			25Art-75BFT			0Art-100BFT			Valor de p*	CV (%)
Peso (mg)																	
7 DPE	2,28	±	0,00 ^b	3,11	±	0,00 ^a	2,35	±	0,001 ^b	1,47	±	0,00 ^c	0,38	±	0,00 ^d	< 0,05	12,21
13 DPE	20,23	±	0,01 ^a	14,37	±	0,00 ^b	12,54	±	0,003 ^b	6,10	±	0,00 ^c				< 0,05	5,43
20 DPE	53,71	±	0,02 ^b	68,87	±	0,04 ^{ab}	73,07	±	0,031 ^a	20,33	±	0,02 ^c				< 0,05	20,26
22 DPE	70,79	±	0,03 ^b	92,79	±	0,04 ^{ab}	117,59	±	0,056 ^a	39,45	±	0,04 ^c				< 0,05	10,12
CT (mm)																	
7 DPE	7,86	±	0,66 ^{ab}	8,00	±	0,85 ^a	7,44	±	0,59 ^b	6,58	±	0,56 ^c	3,72	±	0,55 ^d	< 0,05	5,37
13 DPE	12,36	±	1,45 ^a	11,32	±	2,00 ^b	10,66	±	0,89 ^b	8,66	±	0,89 ^c				< 0,05	1,65
20 DPE	16,27	±	2,25 ^a	16,87	±	3,04 ^a	17,67	±	2,86 ^a	11,74	±	2,80 ^b				< 0,05	8,09
22 DPE	17,52	±	2,84 ^a	18,44	±	2,73 ^a	19,89	±	3,05 ^a	13,99	±	3,75 ^b				< 0,05	9,08
h (mm)																	
7 DPE	1,17	±	0,14 ^a	1,13	±	0,17 ^a	0,96	±	0,14 ^b	0,82	±	0,10 ^c	0,27	±	0,08 ^d	< 0,05	7,12
20 DPE	3,64	±	0,70 ^a	3,99	±	0,94 ^a	4,16	±	0,89 ^a	2,24	±	0,86 ^b				< 0,05	11,8
22 DPE	4,20	±	0,73 ^a	4,49	±	0,85 ^a	4,83	±	0,90 ^{2a}	3,19	±	1,13 ^b				< 0,05	11,15
TCE																	
3 - 7 DPE	118,95	±	3,40 ^a	124,76	±	1,91 ^a	119,12	±	1,61 ^a	107,07	±	4,59 ^b	72,96	±	5,41 ^c	< 0,05	3,4
7 - 13 DPE	35,68	±	4,92 ^a	26,36	±	2,29 ^b	27,86	±	1,71 ^b	23,78	±	3,35 ^b				< 0,05	11,61
13 - 20 DPE	13,97	±	3,34 ^a	22,24	±	2,76 ^a	25,17	±	1,59 ^a	15,98	±	4,65 ^b				< 0,05	16,95
20 - 22 DPE	19,48	±	7,54 ^a	24,58	±	8,79 ^{ab}	27,08	±	16,52 ^{ab}	44,52	±	16,30 ^a				< 0,05	45,29
3 - 22 DPE	43,01	±	0,61 ^a	44,32	±	1,26 ^a	45,47	±	1,63 ^a	39,52	±	2,70 ^b				< 0,05	1,08
Sobrevivência (%)	88,18	±	4,68 ^a	87,50	±	4,52 ^a	84,09	±	6,02 ^a	73,30	±	8,86 ^b	0	±	0	< 0,05	7,63
GP (mg)	68,82	±	8,02 ^b	92,77	±	19,61 ^{ab}	115,26	±	37,12 ^a	40,57	±	20,47 ^c				< 0,05	10,23

CT: comprimento total, h: altura, TCE: taxa de crescimento específico, GP: ganho de peso. * Letras minúsculas indicam diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos em um mesmo período amostral, detectadas pelo teste de Tukey HSD a 5% de significância

Tabela 2.3. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos parâmetros de qualidade da água em cada tratamento ao longo do experimento. 5% de significância.

Parâmetro	<i>100Art-0BFT</i>			<i>75Art-25BFT</i>			<i>50Art-50BFT</i>			<i>25Art-75BFT</i>			<i>0Art-100BFT</i>			Valor de p^*	CV (%)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,06	$\pm$	0,61 ^c	5,99	$\pm$	0,79 ^c	6,08	$\pm$	0,85 ^{bc}	6,34	$\pm$	0,53 ^b	6,86	$\pm$	0,09 ^a	< 0,05	2,92
Temperatura (°C)	28,66	$\pm$	0,98	28,81	$\pm$	1,01	29,06	$\pm$	0,98	28,54	$\pm$	0,93	28,75	$\pm$	0,93	<0,05	1,94
pH	7,55	$\pm$	0,17 ^a	7,53	$\pm$	0,20 ^{ab}	7,45	$\pm$	0,18 ^b	7,49	$\pm$	0,17 ^{ab}				<0,05	0,91
Amônia (mg/L)	1,21	$\pm$	0,24 ^b	0,94	$\pm$	0,31 ^a	0,60	$\pm$	0,40 ^b	0,81	$\pm$	0,40 ^{ab}				<0,05	18,09
Nitrito (mg/L)	0,90	$\pm$	0,53	0,81	$\pm$	0,42	0,89	$\pm$	0,40	0,79	$\pm$	0,42				<0,05	69,33

* Letras minúsculas indicam diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, detectadas pelo teste de Tukey HSD a

4.4. Discussão

A larvicultura é uma fase importante para a cadeia produtiva aquícola (WEINGARTNER et al., 2009). O sucesso do uso de bioflocos como alimento suplementar para larvas de lambari-rosa pode diminuir os custos e riscos associados a esta fase crítica da produção, e oferecer vantagens para a fase seguinte. Além disso, há a possibilidade de que a utilização de bioflocos na larvicultura poderá aumentar a produção de juvenis de boa qualidade para as próximas etapas e reduzir os gastos com a criação de náuplios de artêmia. Os resultados encontrados no presente estudo mostraram que a substituição parcial dos náuplios de artêmia por bioflocos é tecnicamente viável. Isto porque, a substituição de até 50% dos náuplios por bioflocos resultou na melhora dos índices produtivos das larvas de lambari.

Os náuplios de artêmia são os alimentos vivos mais utilizados na larvicultura de espécies nativas em sistema intensivo de criação e sua substituição por alimentos alternativos tem sido uma busca constante (FREITAS et al. 2018; JOMORI et al. 2008; LEITÃO et al. 2011; PORTELLA et al. 2012, 2014;). Porém, os resultados deste estudo indicaram que a substituição total dos náuplios por bioflocos para a alimentação inicial de larvas de lambari é tecnicamente inviável. A perda do tratamento com 100% BFT se correlaciona com outros estudos em que tratamentos extremos foram empregados na larvicultura de peixes nativos e levaram a resultados insatisfatórios (FREITAS et al., 2018; JOMORI et al. 2008; LEITÃO et al. 2011; MENOSSEI et al. 2012; TESSER et al. 2005.). Este resultado pode ter sido causado pela predominância de organismos nos bioflocos maiores que a abertura da boca das larvas em seus estágios iniciais (STEVANATO, 2016), impossibilitando a apreensão dos bioflocos. A observação de bioflocos no aparelho digestório das larvas apenas no 8º DPE suporta essa hipótese. Uma hipótese a ser considerada é a da centrifugação dos bioflocos ter compactado os organismos neles presentes, gerando impossibilidade de apreensão dos flocos pelas larvas. Protocolos de centrifugação na utilização de microalgas como alimentos para peixes vêm sendo amplamente estudados (COUTINHO et al., 2006, REZENDE, 2021.), porém não há relatos na utilização de bioflocos centrifugados na piscicultura.

Como alternativa a este problema, trabalhos futuros deveriam explorar outros protocolos de alimentação para otimizar a utilização dos bioflocos para nutrir as larvas de lambari, como por exemplo, alimentá-las com artêmia até o 8º DPE e então avaliar a utilização exclusiva de bioflocos.

A combinação dos náuplios de artêmia com bioflocos parece ter proporcionado benefícios às larvas de lambari. Os náuplios de artêmia são altamente atrativos e palatáveis para as larvas e se locomovem na coluna d'água (LÉRGER et al., 1987). Por outro lado, sua composição nutricional é deficiente em vários nutrientes (CONCEIÇÃO et al., 2010; ØIE et al., 2011) e, nesse sentido, é possível que os bioflocos tenham melhorado o aporte nutricional. Essa hipótese ainda precisa ser investigada experimentalmente, mas os melhores resultados de crescimento final das larvas no tratamento com 50% de bioflocos (50Art-50BFT) sugerem este benefício. As diferenças encontradas ao longo do experimento, com as larvas do tratamento 50Art-50BFT se destacando apenas após a metade do experimento, sugerem um ganho em peso compensatório após a transição para a ração. O ganho compensatório em peso é uma reação natural que ocorre em muitos animais que demonstram um rápido crescimento em resposta a um período de restrição alimentar (ALI et al., 2003; HORNICK et al., 2000; JOBLING et al. 1999; SOUZA et al. 1997; TAKAHASHI, 2007). Tal indicação é respaldada pelo menor crescimento que as larvas do tratamento 50Art-50BFT exibiam na segunda biometria (13 DPE) em comparação ao tratamento com 100% náuplios (100Art-0BFT), mas que foi ultrapassado nas biometrias seguintes por larga margem, resultando em pesos médios finais de $117,594 \pm 0,056$ mg e $70,792 \pm 0,031$ mg, respectivamente. O ganho compensatório já foi relatado para larvas de peixe nativo que de alguma forma tiveram sua alimentação restringida (KOJIMA et al., 2012). Tal fato sustenta a utilização da combinação de 50% de náuplios de artêmia e 50% de bioflocos para alimentação de larvas de lambari-rosa durante a larvicultura.

Em relação à qualidade da água mantida nos tanques dos cultivos das larvas durante o experimento, foram observadas diferenças estatísticas entre as médias de alguns parâmetros. No entanto, com exceção da temperatura e amônia, as faixas de valores registrados permaneceram dentro dos níveis

toleráveis para a espécie (PINHO et al., 2021). Apesar da temperatura e amônia terem ficado acima dos níveis recomendados em alguns momentos, provavelmente esses parâmetros não afetaram o desempenho dos peixes, uma vez que não houve diferença significativa das taxas de sobrevivência e, mesmo no tratamento 100Art-0BFT, em que a média de amônia foi mais alta, não houve diferença na TCE das larvas. O lambari é um peixe resistente para variações da qualidade de água (FONSECA et al., 2017, GARUTTI., 2003), justificando seu bom desenvolvimento nas condições deste experimento. Por ter sido realizado de um sistema estático sem recirculação de água, alterações nos parâmetros de qualidade da água eram esperados (CREPALDI et al., 2006). Para estudos futuros, sugere-se o cultivo das larvas em sistema de recirculação aquícola, com os respectivos filtros e sistemas de controle de qualidade da água.

Outro ponto importante para ressaltar é que o perfil macro e microbiótico do BFT pode variar de acordo com a fonte de carbono, espécie de peixe utilizada no sistema, entre outros fatores (LUO et al., 2017, MARTINES-CORDOVA et al., 2014). Em geral os bioflocos apresentam uma rica comunidade microbiana constituída por bactérias heterotróficas e nitrificantes, além de outros organismos zoo- e fitoplanctônicos, oligoquetos e nematoides, entre outros (MONROY-DOSTA et al., 2013, PINHO et al., 2017, SOUZA et al., 2018). Contudo, as proporções dos microrganismos podem variar como descrito por vários autores (CORREA et al., 2019, SGNAULIN et al., 2018, TUBIN et al., 2018), o que pode alterar o seu valor nutritivo. Neste sentido, o acompanhamento do perfil microbiótico do BFT é recomendado para as pesquisas futuras, uma vez que não foi realizado durante o presente estudo. Apesar disto, os resultados apresentados sugerem fortemente que há possibilidade de complementar a alimentação de larvas de lambari-rosa com bioflocos. Assim, a perspectiva de reaproveitamento do resíduo orgânico do BFT (biomassa de bioflocos) na larvicultura de lambari poderá trazer benefícios também ao produtor que utiliza BFT para outras finalidades. Encontrar um destino para este resíduo orgânico é muitas vezes reportado como um problema dos cultivos em BFT (ABREU et al., 2018). Reaproveitá-lo para alimentar larvas de lambari poderá minimizar os poucos impactos ambientais do BFT e favorecer uma produção aquícola circular.

4.5. Conclusão

Os resultados encontrados neste estudo indicam que é possível a substituição parcial de náuplios de artêmia por bioflocos para alimentação de larvas de lambari-rosa em até 50%. Devido ao melhor desempenho zootécnico dos peixes cultivados ao final do experimento, destaca-se a proporção de 50% de substituição como a mais favorável.

Referências

ABREU, J. L., BRITO, L. O., de MORAES, L. B. S., SILVA, D. L. B., da Silva BARBOSA, S. M., & GÁLVEZ, A. O. (2018). Utilização do resíduo sólido de cultivo de camarão em sistema de biofoco para produção da microalga *Navicula* sp. Boletim do Instituto de Pesca, 42(4), 780-790.

ALI, M., NICIEZA, A., WOOTTON, R.J. (2003). Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish Fish. 4, 147-190.

ALMEIDA, R. B. C. (2007). *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) como modelo biológico de espécie de peixe para exploração zootécnica e biomanipulação. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu: UNESP. 103

ANGELES-ESCOBAR, B. E.; DA SILVA, S. M. B. C; SEVERI, W. (2021) Growth, red blood cells, and gill alterations of red pacu (*Piaractus brachipomus*) fingerlings by chronic exposure to different total suspended solids in biofloc. Journal of the World Aquaculture Society. 1-17

ANTUNES, M, M, U., HARTMAN, K, C., MOREIRA, L, S., JATOBA, A. (2013). Engorda de lambaris, do rabo vermelho e amarelo, em dois diferentes sistemas de cultivo. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – VI MICTI. Instituto Federal Catarinense – Câmpus Camboriú..

Anuário PeixeBR (2021). Link para acesso <
<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>> Último acesso: 30 jul. 2021

ARTONI, R. F., SHIBATTA, O. A., GROSS, M. C., SCHNEIDER, C. H., ALMEIDA, M. C., VICARI, M. R., BERTOLLO, L. A. C. (2006). *Astyanax aff. fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae): evidences of a species complex in the upper rio Tibagi basin (Paraná, Brazil). Sociedade Brasileira de Ictiologia, 4(2):197-202

AVNIMELECH, Y. (2006). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. Aquaculture 264:) 140–147

AZIM, M. E., LITTLE, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283:29–35.

BARRETO, B. P., RATTON, T. F., RICARDO, M. C. P., ALVES, C. B. M., VONO, V., VIEIRA, F. RIZZO, E., BAZZOLI, N. (1998). Biologia reprodutiva do lambarí *Astyanax bimaculatus* (Pisces, Characidae) no rio do Carmo, bacia do rio Grande, São Paulo. *ICB/UFMG*. V.6, N.6, p. 121-130

BESEN, K. P., DA CUNHA, L., DELZIOVO, F. R., MELIM, E. W. H., CIPRIANI, L. A., GOMES, R., ... & FABREGAT, T. E. H. P. (2021). Goldfish (*Carassius auratus*) larviculture in biofloc systems: Level of *Artemia nauplii*, stocking density and concentration of the bioflocs. *Aquaculture*, 540, 736738.

BOMBARDELLI, R. A., SYPPERRECK, M. A., & SANCHES, E. A. (2005). Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao - pescado. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 8(2): p. 181-195.

BROL, J., PINHO, S. M., SGNAULIN, T., PEREIRA, K. D. R., THOMAS, M. C., DE MELLO, G. L., ... & EMERENCIANO, M. G. C. (2017). Tecnologia de bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. *Archivos de zootecnia*, 66(254), 229-235.

CAMPELO, D. A. V. (2015). Exigências dietéticas de lisina e metionina para fêmeas de lambaris-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) na terminação. Tese apresentada para título de doutor no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá p. 111

CONCEIÇÃO, L.E.; M. YÚFERA; P. MAKRIDIS; S. MORAIS; M.T. DINIS. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, v.41, p.613-640, 2010a.

COSTA, V. F. D. (2018). Análise de viabilidade econômica e financeira da engorda de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) em viveiro escavado. Monografia apresentada à coordenação do curso graduação para título em Zootecnia, da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. p. 31

COUTINHO, P., REMA, P., OTERO, A., PEREIRA, O., & FÁBREGAS, J. (2006). Use of biomass of the marine microalga *Isochrysis galbana* in the nutrition of goldfish (*Carassius auratus*) larvae as source of protein and vitamins. *Aquaculture Research*, 37(8), 793-798.

CRAB, R., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357:351–356

CREPALDI, D.V., TEIXEIRA, E. A., FARIA, P. M. C., RIBEIRO, L. P., MELO, D. C., CARVALHO, D., SOUSA, A. B., SATURNINO, H. M. (2006) *Rev Bras Reprod*

Anim, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. Link para acesso www.cbpa.org.br. Último acesso: 05 JAN. 2022

DANTAS, N. S. M. (2018). Larvicultura do pirarucu em sistema de bioflocos. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal-PPGCAN da Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Manaus – AM. p. 64

DE OLIVEIRA SARTORI, A. G., & AMANCIO, R. D. (2012). Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança alimentar e nutricional*, 19(2), 83-93. Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal – SP. p. 130

DHONT, J., DIERCKENS, K., STØTTRUP, J., VAN STAPPEN, G., WILLE, M., & SORGELOOS, P. (2013). Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In *Advances in aquaculture hatchery technology* (pp. 157-202). Woodhead Publishing.

EKASARI, J., RIVANDI, D, R., FIUDARSI, P. D., SURAWIDJAJA, E, H., JR, M. Z., BOSSIER, P., SCHRYVER, P. (2015). Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture* 441: 72–77

EL-SAYED, A. F. M. (2019). Tilapia culture. Academic Press. DOI: 10.1079/9780851990149.0000

EMERENCIANO, M., BALLESTER, E. L., CAVALLI, R. O., & WASIELESKY, W. (2011). Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International*, 19(5), 891-901.

EMERENCIANO, M., GAXIOLA, G., CUZON, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application 3 and Animal Food Industry. *Biomass Now - Cultivation and Utilization*, 301-328.

EMERENCIANO, M.G.C., CÓRDOVA, L.R., PORCHAS, M., BAEZA, A. (2017). Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Quality Management in Aquaculture Management in Aquaculture. In: *Water Quality. InTech*. p. 91–109

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture (2020) - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Link para acesso: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2021

FERNANDES, J. B. K., CARNEIRO, D. J., & SAKOMURA, N. K. (2001). Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(3), 617-626.

FONSECA, T., COSTA-PIERCE, B. A., & VALENTI, W. C. (2017). Lambari aquaculture as a means for the sustainable development of rural communities in Brazil. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(4), 316-330.

FREITAS, T. M., DA SILVA LOPES, T., LOPES, I. G., BUZOLLO, H., & PORTELLA, M. C. (2019). Growth performance and incidence of skeletal anomalies in pacu larvae under different weaning protocols. *Boletim do Instituto de Pesca*, 45(1): 1678-2305

GARCÍA, V., FILHO, E., CARRASCO, S., CASTELLANOS, A. (2003). Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1): 61-72.

GERUTTI, V. (2003). *Piscicultura Ecológica*. São Paulo: Editora UNESP (2003). Bibliografia. ISBN 85-7139-470-9

HAYASHI, C., MEURER, F., BOSCOLO, W. R., LACERDA, C. H. F., & KAVATA, L. C. B. (2004). Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 21-26.

HORNICK, J. L.; EENAEME, C. V.; GÉRARD, O.; DUSFRASNE, I.; ISTASSE, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, v.19, p.121-132

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Tabela 6661 - Número de estabelecimentos agropecuários por espécie criada na aquicultura - resultados preliminares (2017). Link para acesso: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6661>>. Acesso em: 04 mai. 2019.

JOBLING, M., JOHANSEN, J.S. (1999). The lipostat, hyperphagia and catch-up growth. *Aquacult. Res.* 30, 473–478.

JOMORI, R.K. (1999). Estudos sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) com náuplios de *Artemia* e a substituição por dieta artificial. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 57p. (Monografia) - Universidade Estadual Paulista.

JOMORI, R.K., CARNEIRO, D.J., MALHEIROS, E.B., PORTELLA, M.C. (2003). Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. *Aquaculture* 221, 277–287.

JOMORI, R.K., CARNEIRO, D.J., MARTINS, M.I.E.G., PORTELLA, M.C. (2005). Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture* 243, 175–183.

JOMORI, R.K., DUCATTI, C., CARNEIRO, D.J., PORTELLA, M.C. (2008). Stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. *Aquac. Res.* 39, 370–381.

JUNG, J. Y., HUR, J. W., KIM, K., & HAN, H. S. (2020). Evaluation of floc-harvesting technologies in biofloc technology (BFT) system for aquaculture. *Bioresource Technology*, 314, 123719.

KENDALL AW, AHLSTROM EH, MOSER HG (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Richardson SL (eds) *Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Lawrence, Kansas, pp 11–22

KOJIMA, J. T. (2012). Ponto-de-não-retorno e períodos de restrição alimentar nos parâmetros zootécnicos e no desenvolvimento muscular de larvas de pacu. Dissertação apresentada para título de mestrado para o programa de pós graduação em aquicultura no centro de aquicultura da UNESP – CAUNESP. Jaboticabal – SP. p. 70

LÉGER, P., BENGTSON, D. A., SORGELOOS, P., SIMPSON, K. L., & BECK, A. D. (1987). The nutritional value of *Artemia*: a review. *Artemia research and its applications*, 3, 357-372

LEITÃO N.J., PAI-SILVA, M., ALMEIDA, F.L.A., PORTELLA, M.C. (2011). The influence of initial feeding on muscle development and growth in pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae. *Aquaculture* 315, 78–85.

LIMA, F. C., & BRITSKI, H. A. (2007). *Salminus franciscanus*, a new species from the rio São Francisco basin, Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 5(3), 237-244.

LIMA, F.C.T., L.R. MALABARBA, P.A. BUCKUP, J.F. PEZZI DA SILVA, R.P. VARI, A. HAROLD, R. BENINE, O.T. OYAKAWA, C.S. PAVANELLI, N.A. MENEZES, C.A.S. LUCENA, M.C.S.L. MALABARBA, Z.M.S. LUCENA, R.E. REIS, F. LANGEANI, C. MOREIRA (2003). Genera Incertae Sedis in Characidae. p. 106-168. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

LIPSCOMB, T. N., PATTERSON, J. T., WOOD, A. L., WATSON, C. A., & DIMAGGIO, M. A. (2020). Larval growth, survival, and partial budget analysis related to replacing *Artemia* in larval culture of six freshwater ornamental fishes. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(5), 1132-1144.

LUO, G., ZHANG, N., CAI, S., TAN, H., LIU, Z., (2017). Nitrogen dynamics, bacterial community composition and biofloc quality in biofloc-based systems cultured *Oreochromis niloticus* with poly- β -hydroxybutyric and polycaprolactone as external carbohydrates. *Aquaculture* 479, 732–741.

LUZ, R, K; PORTELLA, M, C. (2002). Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em Água Doce e Água Salinizada. R. Bras. Zootec., 31(2),: 829-834, 2002 (suplemento)

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R., EMERENCIANO, M., MIRANDA-BAEZA, A., MARTÍNEZ-PORCHAS, M., (2014). Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: An updated review. *Rev. Aquac.* 7, 131–148

MASSAGO, H., & DA SILVA, B. C. (2020). Desempenho do lambari-do-rabo-amarelo alimentado com rações práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta. *Agropecuária Catarinense*, 33(3), 67-71.

MENOSSE, O.C.C., TAKATA, R., SANCHES-AMAYA, M.I., FREITAS, T.M., Y FERA, M., PORTELLA, M. C.(2012). Crescimento e estruturas do sistema digestório de larvas de pacu alimentadas com dieta microencapsulada produzida experimentalmente. *Ver Bras. Zootec.* 41, 1-10.

MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W. R., KAVATA, L. B., & LACERDA, C. H. F. (2005). Feeding level for yellow tail lambari (*Astyanax bimaculatus*) fingerlings. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 1835-1840.

MONROY-DOSTA, M. D. C., LARA-ANDRADE, D., CASTRO-MEJÍA, J., CASTRO-MEJÍA, G., & COELHO-EMERENCIANO, M. G. (2013). Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3), 511-520.

NELSON, J. S., GRANDE, T. C., & WILSON, M. V. (2016). *Fishes of the World*. 5ª Edição, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons. ISBN 9781118342336.

NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira / Débora Machado Fracalossi & José Eurico Possebon Cyrino [editores]. – Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, (2012). xxiii, 375 p.

ØIE, G.; REITAN, K.I.; EVJEMO, J.O.; STØTTRUP, J.; OLSEN, Y. Live feeds. In: J.G. HOLT (Ed.), *Larval fish nutrition*. Willey-Blackwell. 2011, p. 307-334.

OLIVEIRA, E. D., SANTOS, F. D. S., PEREIRA, A. M. L., & LIMA, C. B. (2007). Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. Circular técnica 45, Embrapa Meio-Norte.

OSTRENSKY, A, J. R. BORGHETTI E D. S (2007). Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil. – Grupo integrado de aquicultura e estudos ambientais (GIA). Curitiba. 279 p. il.

PEDROZA FILHO, M. X., RIBEIRO, V., ROCHA, H., UMMUS, M., & do VALE, T. M. (2020). Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil. *Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura*, ISSN 2318-1400; 26)

PINHO, S. M., DAVID, L. H., GARCIA, F., KEESMAN, K. J., PORTELLA, M. C., & GODDEK, S. (2021). South American fish species suitable for aquaponics: a review. *Aquaculture International*, 1-23.

PINHO, S. M., MOLINARI, D., DE MELLO, G. L., FITZSIMMONS, K. M., & EMERENCIANO, M. G. C. (2017). Effluent from a biofloc technology (BFT) tilapia culture on the aquaponics production of different lettuce varieties. *Ecological Engineering*, 103, 146-153.

POLI, M. A., SCHVEITZER, R., & DE OLIVEIRA NUNER, A. P. (2015). The use of biofloc technology in a South American catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery: Effect of suspended solids in the performance of larvae. *Aquacultural Engineering*, 66, 17-21.

PORTELLA, M. C., JOMORI, R. K., LEITÃO, N. J., MENOSSI, O. C. C., FREITAS, T. M., KOJIMA, J. T., ... & CARNEIRO, D. J. (2014). Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. *Aquaculture*, 432, 402-417.

PORTELLA, M.C., LEITAO, N.J., TAKATA, R., LOPES, T.S. (2012). Alimentação e nutrição de larvas. In: Fracalossi, D.M., Cyrino, J.E.P. (Eds.), NUTRIAQUA — Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, pp. 185–216.

QUINTÃ, R., SANTOS, R., THOMAS, D. N., & LE VAY, L. (2015). Growth and nitrogen uptake by *Salicornia europaea* and *Aster tripolium* in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater. *Chemosphere*, 120, 414-421.

REZENDE, P. C. (2021). Algas pardas como aditivo alimentar para camarão-branco-do-pacífico cultivado em sistema de bioflocos em diferentes fases de cultivo. URI: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229138>

SABBAG, O. J., TAKAHASHI, L. S., SILVEIRA, A. N., ARANHA, A. S. (2011). Custos e viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo-amarelo em Monte Castelo/sp: um estudo de caso. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 37(3): 307 – 315.

SERAFINI, M. A. (2003). Níveis de proteína bruta em dietas de lambari tambuí dos 0, 7 aos 4, 8 gramas de peso. Tese de mestrado apresentado a Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do programa de pós graduação em Zootecnia. UFV. Viçosa – MG. p. 38

SERAFINI, R. L. (2015). Utilização do sistema de bioflocos na larvicultura de Tilápia-do-Nilo. 2015. xvi, 92 f. Tese de doutorado para Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, Jaboticabal – SP. xvi, p. 92

SILVA, A. F. H. D. (2016). *Benefícios do consumo regular de pescado para a saúde humana*. Trabalho de conclusão de curso para licenciatura em ciências da nutrição apresentado à Universidade Fernando Pessoa. Porto. p. 32

SILVA, N. J. R., LOPES, M. C., DOS SANTOS BARBOSA, F. H. A., GONSALES, G. G. Z., & HENRIQUES, M. B. (2011). Avaliação do potencial do mercado consumidor de lambari da baixada santista. *Informações Econômicas*, SP, v. 41, n. 12, dez. 2011

SILVA, R. F., NAVARRO, R. D., TEIXEIRA, R. B., DE FREITAS, S. G., PEREIRA, M. M., VALENTE, E. E., & DOS SANTOS, L. C. (2009). Larva de mosca doméstica como alternativa na alimentação de lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*). *Zootecnia Tropical*, 27(3), 329-334.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, (1994). O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. *Biotemas*, 7 (1/2): 46-56.

SOUSA, A. B. B., & DE ALMEIDA, N. M. (2019). Ácidos graxos em pescado: composição, influência da dieta e benefícios à saúde humana. *Cientec-revista de ciência, tecnologia e humanidades do ifpe*, 10(1). V 10, nº 1, p. 105-120

SOUZA, V.L., URBINATI, E.C., OLIVEIRA, E.G., 1997. Restrição alimentar, realimentação e as alterações no desenvolvimento de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). *Bol. Inst. Pesca* 24, 19–24

STEVENATO, D. J. (2016). Ontogenia larval e pós-larval de *Astyanax altiparanae* (Garrutti & Britski, 2000) em laboratório. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. p. 79

SUSSEL, F. R. (2015). Lambaricultura: Pequeno no tamanho, grande no potencial! Revista Panorama da Aqüicultura. Edição 149. Link de acesso <<https://panoramadaaquicultura.com.br/lambaricultura-pequeno-no-tamanho-grande-no-potencial/>> Último acesso 30/07/2021

TAKAHASHI, L. S. (2007). Estratégia alimentar, teores de carboidratos dietéticos, desempenho e respostas fisiológicas do pacu *Piaractus mesopotamicus*. V. 40, nº. 2, p. 421

TAKATA, R. (2007). Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. Dissertação apresentada ao Programa

TESSER M.B., CARNEIRO D.J. & PORTELLA M.C. (2005) Co-feeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg,1887) larvae with *Artemia* nauplii and microencapsulated. *Journal of Applied Aquaculture* 17,47^59.

VALENTI, W. C. (2008). A aquicultura Brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008, Florianópolis, 13-15 de maio de 2008. p. 1-11

VALLADÃO, G. M. R., GALLANI, S. U., & PILARSKI, F. (2018). South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 10(2), 351-369.

WEINGARTNER, M., FILHO, E. Z. (2009). Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803): salinidade e cor de tanque. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26 (2): 151-157.

