

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

**Larvicultura de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em
tecnologia de bioflocos (BFT)**

Luis Felipe Arruda Cruz

CAMPO GRANDE,MS

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

Larvicultura de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tecnologia de bioflocos (BFT)

Larviculture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in biofloc technology (BFT)

Luis Felipe Arruda Cruz

Orientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito
à obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal. Área de
concentração: Produção
Animal

CAMPO GRANDE, MS

2025



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

LUIS FELIPE ARRUDA CRUZ

**LARVICULTURA DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM TECNOLOGIA DE
BIOFLOCOS (BFT)**
LARVICULTURE OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) IN BIOFLOC TECHNOLOGY (BFT)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 30-06-2025

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Jayme Aparecido Povh
(UFMS) – Presidente

Dra. Milena Wolff Ferreira
(UCDB)

Dra. Susana Amaral Teixeira Manso
(UFMS)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Jayme Aparecido Povh, Professor do Magisterio Superior**, em 03/07/2025, às 16:47, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

04/07/2025, 15:28

SEI/UFMS - 5723141 - Certificado

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Milena Wolff Ferreira, Usuário Externo**, em 04/07/2025, às 09:11, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Susana Amaral Teixeira, Professora do Magistério Superior**, em 04/07/2025, às 10:05, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5723141** e o código CRC **D6270620**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.001236/2021-33

SEI nº 5723141

RESUMO

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é o principal peixe cultivado no Brasil e uma das espécies mais produzidas no mundo. Atributos como boa adaptabilidade e conversão alimentar, tornam a espécie um destaque na aquicultura. Entre os diferentes sistemas de cultivo, a tecnologia de bioflocos (BFT) tem se destacado como uma proposta ambientalmente sustentável, com menor renovação de água e maior aproveitamento de matéria orgânica por meio de agregados microbianos, que também podem ser utilizados como alimento. Embora o BFT apresente bons resultados em fases avançadas da tilapicultura, são escassas as informações sobre sua aplicação na fase inicial de cultivo. Esta revisão abordou aspectos biológicos da espécie, fundamentos da tecnologia de bioflocos e variáveis ambientais relacionadas à produção de tilápia-do-Nilo em diferentes sistemas de cultivo. Os estudos compilados indicam que o BFT tem potencial para melhorar a qualidade da água e o desempenho produtivo da espécie. Para complementar essas informações, foi conduzido um experimento comparando o cultivo de larvas em BFT e sistema de recirculação aquícola (RAS) durante 30 dias. Ambos os sistemas mantiveram níveis adequados de oxigênio dissolvido, temperatura e pH. No entanto, o BFT apresentou melhor controle de compostos nitrogenados, com menores níveis de nitrito e amônia e maiores de nitrato e alcalinidade. As larvas de tilápia cultivadas em BFT também apresentaram melhor desempenho zootécnico ($P < 0,05$), com maiores peso final (0,96 g) e ganho diário (0,03 g/dia), além de menor conversão alimentar (2,46) em comparação ao RAS. Os dados subsidiam o potencial promissor e favorável do BFT na fase inicial de produção de tilápia-do-Nilo.

Palavras-chave: aquicultura, larvicultura, sistemas aquícolas, sustentabilidade.

Abstract

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the main fish species farmed in Brazil and one of the most produced worldwide. Its adaptability to different production systems and efficient feed conversion make it a key species in aquaculture. Biofloc technology (BFT) has gained prominence for its sustainable approach, with reduced water exchange and reuse of organic matter through microbial aggregates that can also serve as a food source. Although BFT has shown promising results in later production stages, there is limited information regarding its application during the early rearing phase. This review addressed the species' biological characteristics, fundamentals of biofloc systems, and environmental parameters related to Nile tilapia production under different farming systems. The literature indicates that BFT can improve water quality and enhance production performance. To complement these findings, an experiment was conducted comparing the initial rearing of Nile tilapia in BFT and recirculating aquaculture system (RAS) for 30 days. Both systems maintained adequate levels of dissolved oxygen, temperature, and pH. However, BFT showed greater efficiency in managing nitrogenous compounds, with lower concentrations of nitrite and ammonia and higher levels of nitrate and alkalinity. Fish reared in BFT also exhibited better zootechnical performance ($P < 0.05$), with higher final weight (0.96 g) and daily weight gain (0.03 g/day), and lower feed conversion ratio (2.46) compared to RAS. These results reinforce BFT's potential for the early rearing of Nile tilapia.

Keywords: aquaculture, larviculture, aquaculture systems, sustainability.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	7
1.INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Produção de peixes	7
2.2 Tecnologia de Bioflocos (BFT)	9
2.3 Características da tilápia-do-Nilo	12
2.4 Parâmetros obtidos de juvenis de tilápia-do-Nilo em diferentes sistemas de produção	14
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO 2.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAIS E MÉTODOS	25
2.1 Distribuição dos peixes	25
2.2 Obtenção das Larvas	25
2.3 Delineamento Experimental	25
2.4 Sistemas de Cultivo	26
2.5 Alimentação e Qualidade da água de Cultivo	26
2.6 Avaliação do Desempenho Zootécnico.....	27
2.7 Análise Estatística	27
3 RESULTADOS	27
4 DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO.....	34
6 AGRADECIMENTOS	34
7 REFERÊNCIAS.....	35

CAPÍTULO I

1.INTRODUÇÃO

Conforme aponta a PEIXE BR (2025), a produção de peixes tem apresentado um crescimento significativo, passando de 638.000 toneladas em 2015 para 968.745 toneladas em 2024, representando um crescimento 9,2% em 2024. Embora o aumento seja evidente, essa atividade, como outras formas de cultivo, pode enfrentar obstáculos, tais como alterações na qualidade da água e a grande dispersão de resíduos no meio ambiente. Em pisciculturas de tanques-rede, por exemplo, esse controle pode ser mais complexo (SOUZA et al., 2020; MOURA et al., 2014). Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias e métodos que reduzam o consumo de água e o descarte de efluentes no ambiente.

A tecnologia de bioflocos (BFT) é uma opção para reduzir o consumo de água, pois dispensa a troca de água na produção, diminuindo as chances de contaminação e de infecção por patógenos, além de aumentar a produtividade e a lucratividade da produção (EMERENCIANO et al., 2012; AVNIMELECH, 1999). Diante desse cenário, a geração de informações relacionadas à produção de peixes em sistemas com tecnologia de bioflocos é essencial para avaliar sua viabilidade técnica e produtiva. Nesse sentido, conhecer as características reprodutivas da tilápia-do-Nilo, a principal espécie de peixes produzido no Brasil e uma das principais produzidas no mundo, é fundamental para avaliar o sistema e a efetividade da produção de juvenis dessa espécie em BFT. Portanto, objetivou-se com essa revisão apresentar informações quanto à produção de peixes, cultivo em tecnologia de bioflocos, características da tilápia-do-Nilo e variáveis de desempenho de juvenis de tilápia em diferentes sistemas de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de peixes

A produção de peixes vem crescendo em escala global, impulsionada pela aquicultura, que se caracteriza pela criação de organismos aquáticos e tem na piscicultura sua vertente específica voltada à produção de peixes. Nas últimas décadas, a produção mundial de organismos aquáticos passou de 110,7 milhões de

toneladas em 1990 para 185,4 milhões de toneladas em 2022, evidenciando um crescimento significativo de 67,48%, com destaque para as carpas, que é o peixe mais produzido no mundo em 2022 com produção de aproximadamente 31,8 milhões de toneladas (17,1% da produção total), e para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) o segundo peixe mais produzido, apresentando aproximadamente 6,5 milhões de toneladas no mesmo ano (FAO, 2024).

Os dados também indicam que, entre as espécies de peixes responsáveis por esse crescimento, destacam-se as carpas, os peixes mais produzidos no mundo em 2022, com aproximadamente 31,8 milhões de toneladas, seguidas pelas tilápias, com 6,5 milhões de toneladas.

Assim como em escala global, a produção de peixes no Brasil também é expressiva, tendo atingido o total de 968,745 toneladas no ano de 2024 (Figura 1), segundo o anuário da PeixeBr (2025). Esse anuário evidencia que a produção de tilápia-do-Nilo representou 65,5% da produção total, um quantitativo de aproximadamente 581,905 mil toneladas, seguida pelos peixes nativos, com 29,5% e, completando os 5%, estão a carpa, truta e o pangasius. (Peixe BR, 2024).

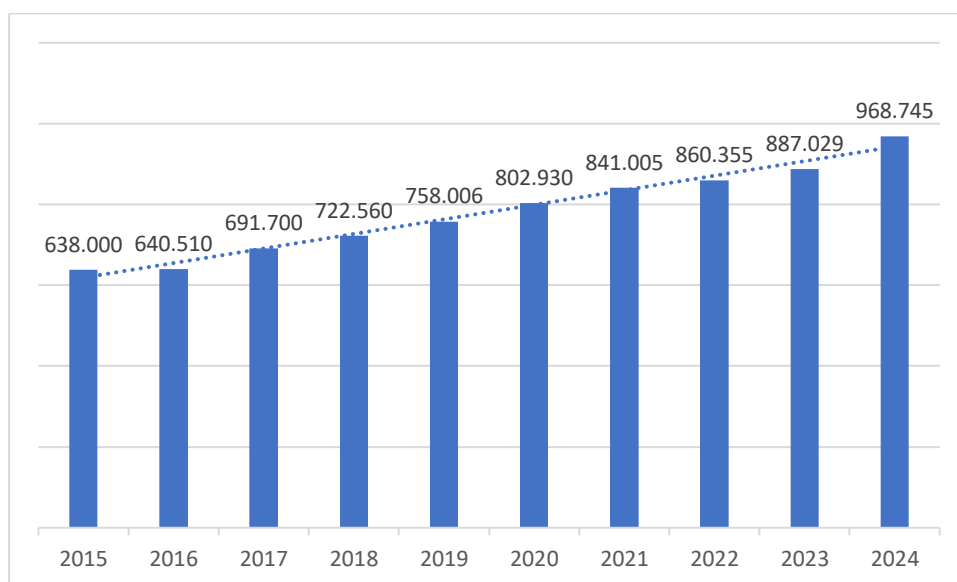


Figura 1. Produção de peixes de cultivo no Brasil em 2024. Fonte: Peixe Br (2024).

Conforme mencionado acima, a principal espécie aquícola produzida no Brasil é a tilápia-do-Nilo, seguida por outras espécies em menor escala (Figura 2). A produção de tilápia-do-Nilo apresenta variações regionais significativas conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2023), que apontam

uma distribuição heterogênea entre as regiões do país. A Região Sul foi a principal produtora, com uma produção total de 207.761 toneladas, seguida pelas regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e, por fim, a Região Norte. Entre os estados, o Paraná destacou-se como o maior produtor nacional, com 166.174 toneladas, seguido por São Paulo (56.723 toneladas), Minas Gerais (45.502 toneladas), Santa Catarina (35.727 toneladas) e Pernambuco (31.339 toneladas), este último ocupando a quinta posição no ranking de produção de tilápia e, ocupando a sexta posição, aparece o Mato Grosso do Sul no ano de 2023 (IBGE, 2024).

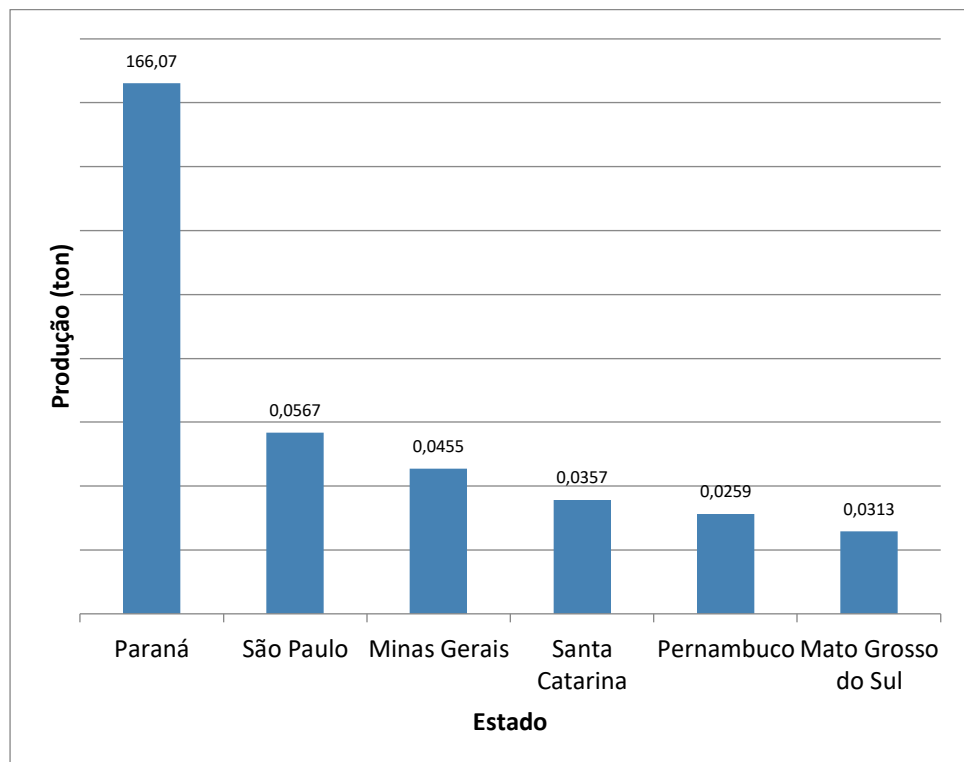


Figura 2. Produção por estado de tilápia-do-Nilo em 2023 (Fonte: IBGE 2024).

2.2 Tecnologia de Bioflocos (BFT)

Diante do aumento da produção de peixes, torna-se imprescindível considerar os impactos e as desvantagens ambientais associados, como o acúmulo de compostos nitrogenados de potencial tóxico, resultantes do metabolismo dos peixes mantidos nos diferentes sistemas de cultivo. Portanto, é necessário buscar meios de mitigar esses efeitos, promovendo o equilíbrio entre produção e sustentabilidade (SOUZA et al., 2020).

Desenvolvida na década de 1970 pelo Instituto Francês de Pesquisa para a Exploração do Mar (Ifremer-COP), na Polinésia Francesa, a tecnologia de bioflocos (BFT) foi criada para otimizar o uso de recursos naturais, especialmente a água, promovendo a reciclagem de nutrientes no ecossistema aquático. Suas principais características incluem a troca mínima ou inexistente de água, sendo isso possível devido ao desenvolvimento de comunidades microbianas, principalmente de bactérias que atuam reduzindo os teores de compostos nitrogenados tóxicos aos peixes (Emerenciano et al., 2013).

A tecnologia de bioflocos é um método de cultivo que envolve a manutenção adequada da relação carbono-nitrogênio (C:N), favorecendo uma comunidade microbiana que engloba bactérias, zooplânctons e fitoplânctons. A partir dessa relação, é necessário entender a espécie presente no ambiente e, assim, optar pela adequada relação C:N. Relações baixas (entorno de 5:1) favorecem um ambiente com predominância de cianobactérias e fitoplânctons, que é chamado de autotrófico. Ao contrário, relações mais altas contam com o alto acúmulo de bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 1999). A BFT combina a produção de organismos aquáticos como peixes e camarões, em conjunto com uma comunidade de microrganismos, visando melhorar a qualidade da água sem a necessidade de trocas constantes, inclusive podendo melhorar a conversão alimentar (AVNIMELECH, 1999). Os flocos são formados a partir de excesso de ração e excretas e servem como uma fonte alternativa de alimento vivo, ricos em proteínas (Avnimelech, 2009), que pode proporcionar melhora no desempenho produtivo e na sobrevivência na fase inicial (alevinagem e larvicultura), pois é uma fase bastante desafiado e em geral de baixa sobrevivência.

A formação dos bioflocos inicia-se com a adequada desinfecção do tanque, garantindo um ambiente livre de patógenos. Em seguida, é introduzida uma fonte de carbono (ex.: melaço, farinha de trigo), que, em conjunto com uma fonte de nitrogênio (ex.: amônia, ração não consumida), promove o desenvolvimento de uma comunidade microbiana heterotrófica sob aeração constante. Esta fase inicial, conhecida como fase de maturação microbiana, é caracterizada pelo crescimento e aglomeração dos microrganismos, formando os bioflocos. Alternativamente, é possível acelerar esse processo utilizando um inóculo, que pode ser obtido de um sistema BFT previamente estabilizado, garantindo uma rápida colonização microbiana (KRUMMENAUER et al., 2021)

O controle da qualidade da água em BFT é realizado por meio de testes

frequentes, incluindo a mensuração de parâmetros como pH, nitrogênio amoniacal total, nitrito e nitrato, com o auxílio de kits colorimétricos. O acompanhamento do ciclo do nitrogênio é fundamental, observando-se a conversão nitrogênio amoniacal total em nitrito e, posteriormente, em nitrato, o que indica a estabilidade do sistema conversões quais ocorrem por meio das bactérias presentes no floco. Essas conversões ocorrem por meio de ação das bactérias (*Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.*) e bactérias nitrificantes quimioautotróficas (*Nitrosomonas spp.*, *Nitrobacter spp.*), respectivamente (Becerril-Cortés et al 2017; Ebeling et al., 2006; Avnimelech, 1999). O monitoramento dos sólidos sedimentáveis (SS) permite avaliar a necessidade de ajuste na carga de carbono ou a realização de clarificação do meio, procedimento que visa reduzir o excesso de bioflocos em suspensão, garantindo um ambiente estável e adequado para o crescimento dos organismos cultivados e o Cone de Imhoff é uma ferramenta essencial utilizada para determinar os níveis de SS, conforme demonstrado na figura 3.



Figura 3. Cones de inhoff (Fonte: arquivo pessoal).

Os microrganismos presentes no bioflocos são de grande importância e sua composição varia com cada um desempenhando um papel, a presença de organismos planctônicos, como fitoplâncton e zooplâncton, contribuem para a larvicultura de peixes assim como para outras espécies como crustáceos e moluscos, na BFT participa ativamente na melhora da qualidade da água e recicla nutrientes servindo como alimento demonstrado por Becerril-Cortés et al. (2017) (Figura 4).

As bactérias nitrificantes, fazem a conversão do excesso de amônia, produto

tóxico para os peixes, que é resultante da excreção, sobras de ração e a matéria orgânica que se acumula no ambiente de cultivo, transformando o amônio (NH_4) em nitrito, e nitrito em nitrato, composto nitrogenado com menor potencial tóxico para os peixes (AVNIMELECH, 1999). Uma das principais vantagens na BFT é o controle dos componentes nitrogenados tóxicos através da conversão desses compostos por três vias principais: (i) assimilação fotoautotrófica por algas, (ii) conversão por bactérias quimioautotróficas que transformam NH_4 em NO^{-2} e NO_3 , e (iii) ação de bactérias heterotróficas que utilizam fontes potenciais de amônia (matéria orgânica) para formar biomassa microbiana (GARCÍA-RÍOS, 2019).

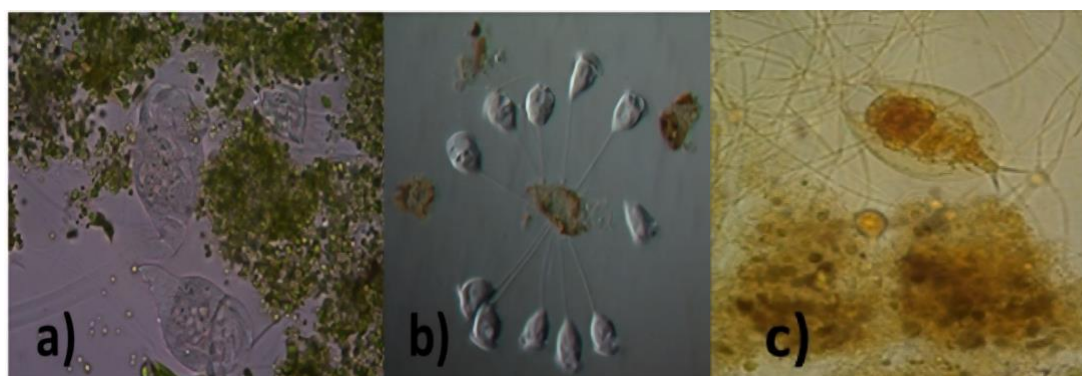


Figura 4. Microrganismos presentes no floco. a) microalgas e *Vorticella sp.*; b) *Vorticella sp.* aderida a um floco; c) rotífero e cianobactéria (Fonte Becerril-Cortés et al., 2017).

A adoção da tecnologia de bioflocos deve considerar as exigências biológicas da espécie cultivada, que precisa apresentar tolerância a altas densidades de estocagem, capacidade de suportar o possível acúmulo de compostos nitrogenados, hábito alimentar onívoro e adaptação a ambientes com concentrações mínimas de sólidos suspensos para que o sistema opere de forma eficiente (acima de 5 mL/L; Emerenciano et al., 2017). A tilápia-do-Nilo se destaca como um exemplo adequado para esse sistema, uma vez que possui boa capacidade de filtragem dos sólidos, o que pode representar benefícios adicionais para a espécie (Bomfim et al., 2018).

2.3 Características da tilápia-do-Nilo

A introdução direcionada foi no Brasil na década de 70 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNCOS), com as espécies tilápia-do-Nilo (*O.*

niloticus) figura 5 e a tilápia-de-Zanzibar (*O. hornorum*), visando à produção de alevinos para o peixamento dos reservatórios do Nordeste.



Figura 5. Exemplar de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Fonte: Arquivo pessoal).

Os principais fatores que contribuíram para o desenvolvimento da tilapicultura no Brasil foram: (i) as melhorias na qualidade dos alevinos através da reversão sexual e o uso de linhagens melhoradas como a tailandesa e a GIFT (Genetically Improved farmed Tilapia); (ii) a adoção do cultivo em tanque-rede que possibilitou uma rápida expansão da criação em diversos estados com o aproveitamento dos reservatórios; (iii) a rápida resposta da indústria de ração na elaboração de rações completas para tilápias; (iv) e o mercado interno que enxergou a qualidade dos produtos da tilápia (KUBITZA, 2011). A utilização da espécie tilápia-do-Nilo é possível graças as características biológicas da espécie como a capacidade de se reproduzir anualmente desovando por substratos, além da fêmea ter o chamado cuidado parental ao incubar os ovos na boca como mostrado na figura 6 até se tornarem pós-larvas El-Sayed (2020). A obtenção de larvas está atrelada ao cultivo em hapas (Figura 7), método de reprodução comumente utilizado Kubitza, 2011; El-Sayed 2020).

182



183

184

185

Figura 6. Presença de ovos sendo incubados na boca de fêmea de tilápia do Nilo indicando o comportamento de cuidado parental presente na espécie (Fonte: Arquivo pessoal).

186



187

188

189

190

Figura 7. Hapas fixadas em tanques escavados para manutenção de reprodutores de tilápia (Fonte: El-Sayed, 2020).

191

192

2.4 Variáveis de desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo em diferentes sistemas de produção

193

194

195

196

197

198

Pesquisas recentes têm se dedicado ao estudo da tecnologia de bioflocos (BFT) associado a espécie tilápia-do-Nilo tabela 1, evidenciando como uma de suas principais peculiaridades a capacidade de se configurar como uma alternativa sustentável e eficiente em relação a sistemas mais consolidados, como viveiros escavados, tanques-rede e sistemas de recirculação aquícola (RAS).

199

200

Khanjani e Sharifinia (2024) aplicaram a BFT em um estudo objetivando avaliar os efeitos da substituição parcial ou total da ração por bioflocos úmidos em dietas de

201 tilápia-do-Nilo. Os referidos autores, observaram que o uso dos bioflocos promoveu
202 vantagens nas variáveis de crescimento e taxa de sobrevivência, evidenciando a
203 eficácia do BFT como alternativa viável para o cultivo de tilápias referidos.

204 Ao observar o desempenho de tilápia-do-Nilo produzidas em BFT com
205 diferentes dietas (BFT + ração 35%PB; BFT + ração 24% PB; sistema com
206 recirculação de água (RAS) + ração 35% PB), Azim e Little (2008) perceberam que
207 não houve diferença significativa para sobrevivência e peso final dos indivíduos,
208 porém aqueles peixes mantidos em BFT apresentaram maior ganho de peso.
209 Resultados semelhantes foram observados por Serafini (2015), que avaliou a
210 preparação da água em BFT com 0, 5, 10 e 15 dias antes do povoamento de larvas
211 de tilápia-do-Nilo, comparado a um controle com renovação diária de 40% da água.
212 Em ambos os estudos, os peixes cultivados em BFT apresentaram melhor
213 sobrevivência, crescimento e conversão alimentar nos tratamentos com tecnologia de
214 bioflocos, demonstrando superioridade dessa tecnologia em comparação ao sistema
215 controle com renovação de 40% de água ao dia.

216 No estudo de Lima et al. (2018), que avaliou diferentes fontes de carbono
217 (melaço em pó, melaço líquido e açúcar) em BFT para tilápia-do-Nilo, foram utilizados
218 juvenis em fase de engorda (peso inicial de $72,6 \pm 6,83$ g) durante 145 dias de cultivo.
219 Os resultados demonstraram que: (1) todas as fontes de carbono proporcionaram
220 sobrevivência semelhante; (2) o manejo da qualidade da água, particularmente o
221 controle da relação C:N (6:1) e de sólidos sedimentáveis (30 mL/L), foi determinante
222 para melhorar o desempenho zootécnico; e (3) a transição alimentar de ração com
223 36% para 32% de proteína, quando os peixes atingiram aproximadamente 250 g, não
224 comprometeu os resultados. Esse trabalho demonstra resultados que atestam a
225 aplicabilidade do sistema BFT com diferentes fontes de carbono.

226 Vieira et al. (2019) testou diferentes densidades de cultivo (200, 400, 600, 800
227 e 1.000 peixes/m³) em sistema BFT para alevinos de tilápia, comparando com um
228 controle em recirculação (248 peixes/m³). Os resultados mostraram maior
229 produtividade nos tratamentos com BFT, especialmente T3 (600 peixes/m³) e T4 (800
230 peixes/m³), que atingiram respectivamente 14,2 kg/m³ e 15,0 kg/m³, com
231 sobrevivência acima de 92%. O controle apresentou produtividade de 9,5 kg/m³ e
232 sobrevivência de 88%. Os autores atribuíram esses resultados à melhor qualidade da
233 água no cultivo em BFT (Nitrogênio amoniacal total <0,5 mg/L e oxigênio >5 mg/L
234 mantidos constantemente) e à suplementação nutricional dos bioflocos. Entretanto,

vale destacar que no tratamento com maior densidade (T5 - 1.000 peixes/m³), embora a produtividade tenha sido alta (13,8 kg/m³), os peixes apresentaram menor ganho de peso individual (1,5 g/dia) comparado aos tratamentos T3 e T4 (1,8-2,0 g/dia), sugerindo que densidades muito elevadas podem causar competição excessiva.

Alvarenga et al. (2018) avaliou ambos os sistemas de cultivo (RAS e BFT) utilizando diferentes níveis de salinidade apenas em BFT e observou que o uso moderado de sal (níveis entre 4 e 8 g/L), pode ser recomendada para o cultivo em BFT com o objetivo de melhorar o desempenho de produtivo da tilápia-do-Nilo na fase inicial de cultivo. O que corrobora com o fato de que a BFT associada a níveis de salinidade moderada pode auxiliar na sobrevivência, principalmente considerando que podem minimizar possíveis efeitos de toxicidade dos compostos nitrogenados.

Estudos recentes têm demonstrado o potencial do bioflocos (BFT) na fase inicial de produção de tilápia-do-Nilo. Dilmi et al. (2023) observaram melhores resultados de sobrevivência, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente na larvicultura da espécie em BFT, quando comparado ao sistema de recirculação aquícola (RAS), evidenciando que o BFT se apresenta como uma alternativa mais eficiente para essa fase produtiva.

Além do desempenho direto das larvas, outros estudos investigaram os efeitos da manutenção dos reprodutores nos diferentes sistemas sobre o desempenho zootécnico de sua prole. Ekasari et al. (2015) avaliaram reprodutores mantidos em BFT e em sistema convencional com renovação parcial de água, constatando que as larvas provenientes de reprodutores cultivados em BFT apresentaram maior sobrevivência, menor variabilidade no tamanho e desempenho superior após desafios sanitários, independentemente do sistema de cultivo adotado na larvicultura

260 Tabela 1. Comparativo entre os trabalhos encontrados na literatura abordando
 261 a tecnologia de bioflocos na produção de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis*
 262 *niloticus*)

Fase	Utilização	Resultado principal	Autor
Juvenil (44 g)	Diferentes fontes de carbono (melaço pó, líquido e açúcar)	Sobrevivência > 90% nos tratamentos com melaço líquido e melaço em pó (MOP, MOL) com BFT, conversão alimentar iguais em ambos os tratamentos	Lima et al., (2018)
Juvenil (80 a 120 g)	35% PB sem BFT; 35% PB com BFT; 24% PB com BFT	Maior peso individual com BFT em ambos os níveis de PB; maior ganho de peso em ambos os níveis de PB; taxa sobrevivência 100% em todos os tratamentos	Azim e Little, 2008
Juvenil (0,010 g)	AC, BFT	Taxa de sobrevivência superior em BFT (87% contra 76,6%) no tratamento controle água clara com renovação de 40%, peso médio superior em todos os tratamentos com BFT assim como CT, biomassa	Serafini, 2015
Juvenil (0,020 g)	BFT-BFT, BFT-C, C-BFT, CC	Sobrevivência e Comprimento total superior em larvas oriundas de bioflocos e alocadas em bioflocos (BFT-BFT)	Ekasari et al., 2015
Juvenil (1 g)	Níveis de estocagem em BFT,	Ganho de peso, sobrevivência	Vieira, 2019
Juvenil (0,66 g)	BFT associado a níveis de salinidade	Sobrevivência, melhor desempenho na fase inicial	Alvarenga et al., 2018

		Maior sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente.	
	Juvenil (0,08 7g) BFT, AC		Dilmi, 2023

¹ PB– proteína bruta; BFT – tecnologia de bioflocos; AC – água clara; C – tratamento controle; GPD – ganho de peso diário; CAA – conversão alimentar aparente; BF – biomassa final; GB – ganho em biomassa; SOB – sobrevivência.

Apesar do número reduzido de estudos avaliando o desempenho das larvas de tilápia-do-Nilo após a absorção do saco vitelínico até a fase de juvenis em BFT, os resultados disponíveis demonstram que essa tecnologia não apenas favorece o desempenho zootécnico durante a larvicultura, mas também exerce efeitos positivos transgeracionais, reforçando seu potencial como uma alternativa sustentável e eficiente frente aos sistemas tradicionais, como RAS e sistemas com renovação de água.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a larvicultura de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tecnologia de bioflocos (BFT).

3.2 Objetivos Específicos

a) Comparar as características de ganho de peso, conversão alimentar, ganho em biomassa e sobrevivência de tilápia-do-Nilo na fase inicial em tecnologia de bioflocos (BFT) e sistema de recirculação aquícola (RAS).

b) Avaliar a qualidade de água da produção de juvenis de tilápia-do-Nilo em BFT e em RAS.

REFERÊNCIAS

- Avnimelech, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, v. 176, p. 227-235, 1999.
- Avnimelech, Y. *Biofloc Technology: A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society, p. 182, 2009.
- Azim, M. E.; Little, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 283, p. 29-35, 2008.
- Alvarenga, E. R.; Fernandes, A. F. A.; Alves, G. F. O.; Costa, A. F. G. R.; Silva, M. A.; Teixeira, A.; Turra, E. M. Moderate salinities enhance growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in the biofloc system. *Aquaculture Research*, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2018.
- Bomfim, L. N.; Povh, J. A.; Corrêa Filho, R. A. C. Produção de peixes em sistema Biofloc Technology. *Anais da X Mostra Científica FAMEZ / UFMS*, Campo Grande, 2018.
- Becerril-Cortés, D.; Monroy-Dosta, M. del C.; Coelho-Emerenciano, M. G.; Castro-Mejía, G.; Cienfuegos Martínez, K.; De Lara-Andrade, R. Nutritional importance for aquaculture and ecological function of microorganisms that make up Biofloc, a review. *International Journal of Aquatic Science*, v. 8, n. 2, p. 69-77, 2017.
- Dilmi, A.; Mogaf, H.; Lourguoui, H.; Refes, W. Biofloc technology application in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) hatcheries: Effect on reproductive performance, offspring quality, growth performance, and physiological parameters of fry. *Journal of Applied Aquaculture*, v. 36, n. 2, p. 478-497, 2024.
- Ekasari, J.; Rivandi, D. R.; Firdausia, A. P.; Surawidjaja, E. H.; Zairin Jr., M.; Bossier, P.; De Schryver, P. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture*, v. 441, p. 72-77, 2015.
- EL-SAYED, Abdel-Fattah M. *Tilapia Culture: Second Edition*. 2. ed. Academic Press, 2020. ISBN 0128165413
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action. Roma: FAO.
- García-Ríos, L.; Miranda-Baeza, A.; Coelho-Emerenciano, M. G.; Huerta-Rábago, J. A.; Osuna-Amarillas, P. Biofloc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: Emphasis on commercial applications. *Aquaculture*, v. 502, p. 26-31, 2019.
- Khanjani, M. H.; Sharifinia, M. Feeding Nile tilapia with varying levels of biofloc: Effect on growth performance, survival rate, digestive and liver enzyme activities, and mucus immunity. *Aquaculture International*, v. 32, p. 8171–8194, 2024.
- Kubitza, F. *Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: F.

Kubitza, 2011.

Krummenauer, D.; Reis, W. G.; Abreu, P. C.; Bezerra, A.; Wasielesky Jr., W.; Advent, B. Effect of aeration on the development of the microbial community in shrimp biofloc technology systems. *Responsible Seafood Advocate*, 17 May 2021.

Lima, E. C. R.; Souza, R. L.; Girão, P. J. M.; Braga, Í. F. M.; Correia, E. S. Cultivo da tilápia do Nilo em bioflocos com diferentes fontes de carbono. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 458-466, jul./set. 2018.

Moura, R. S. T.; Lopes, Y. V. A.; Henry-Silva, G. G. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte. *Química Nova*, v. 37, n. 8, p. 1283-1288, 2014.

Oliveira, S. S.; Wasielesky Jr., W.; Ballester, E. L. C.; Abreu, P. C. Caracterização da assembléia de bactérias nitrificantes pelo método “Fluorescent In Situ Hybridization” (FISH) no biofilme e água de larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. *Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Laboratório de Ecologia de Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos, Departamento de Oceanografia*, p. 33-45, 2006.

Pereira, W. V. Estreptococose em tilápia (*Oreochromis* sp.): Revisão da literatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2023.

PeixeBR - Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário 2024 da Piscicultura.

Serafini, R. L. Desempenho produtivo de larvas de tilápia-do-Nilo criadas em água clara e em sistema de bioflocos (BFT) com diferentes períodos de preparação da água antes do povoamento. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP, 2015.

CAPÍTULO 2

**A tecnologia de bioflocos (BFT) melhora o desempenho produtivo de juvenis
de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Resumo

A adoção de sistemas produtivos eficientes e sustentáveis é essencial para o avanço da aquicultura. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água e o desempenho zootécnico de larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em dois diferentes sistemas de produção: (i) bioflocos (BFT) e (ii) recirculação aquícola (RAS), durante 30 dias. Os tratamentos contaram com cinco repetições (aquários de 20 L contendo 80 larvas por unidade experimental). Os parâmetros de qualidade da água, como oxigênio dissolvido, temperatura e pH, mantiveram-se dentro dos níveis recomendados para a espécie, sem diferenças significativas ($P>0,05$) entre os sistemas. O sistema BFT apresentou maior eficiência no controle dos compostos nitrogenados, com menores concentrações de nitrito (0,80 mg/L) e nitrogênio amoniacal total (3,6 mg/L), e maiores valores de nitrato (66,0 mg/L) e alcalinidade (125,1 mg/L), sendo todos significativamente diferentes ($P<0,05$) dos observados no RAS. Em relação ao desempenho zootécnico, os peixes cultivados em BFT apresentaram melhores resultados ($P<0,05$), com peso final de 0,96 g, ganho de peso diário de 0,03 g/dia e conversão alimentar de 2,46, enquanto os peixes cultivados em RAS obtiveram 0,65 g, 0,02 g/dia e 3,62, respectivamente. A taxa de sobrevivência foi semelhante entre os sistemas (59,5% em BFT e 60,75% em RAS). Os resultados indicam que o sistema BFT é uma alternativa promissora para a fase inicial de cultivo de tilápia-do-Nilo, promovendo melhor desempenho produtivo e contribuindo para a estabilidade e eficiência no manejo da qualidade da água.

Palavras-chave aquicultura, larvicultura, sistemas aquícolas, sustentabilidade.

Abstract

The adoption of efficient and sustainable production systems is essential for the advancement of aquaculture. This study aimed to evaluate water quality and zootechnical performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae reared in two different production systems: (i) biofloc technology (BFT) and (ii) recirculating aquaculture system (RAS), over a 30-day period. Each treatment included five replicates (20-L tanks with 80 larvae per experimental unit). Water parameters such as dissolved oxygen, temperature, and pH remained within recommended levels for the species, with no significant differences ($P>0.05$) between systems. The BFT system showed greater efficiency in controlling nitrogenous compounds, with significantly lower concentrations ($P<0.05$) of nitrite (0.80 mg/L) and total ammonia nitrogen (3.6 mg/L), and higher concentrations of nitrate (66.0 mg/L) and alkalinity (125.1 mg/L), compared to RAS. Regarding zootechnical performance, fish reared in BFT showed superior results ($P<0.05$), with a final weight of 0.96 g, daily weight gain of 0.03 g/day, and feed conversion ratio of 2.46, while fish reared in RAS presented 0.65 g, 0.02 g/day, and 3.62, respectively. Survival rates were similar between treatments (59.5% in BFT and 60.75% in RAS). These results indicate that the BFT system is a promising alternative for the early rearing phase of Nile tilapia, promoting improved productive performance and more efficient water quality management.

Keywords: aquaculture, larviculture, aquaculture systems, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca como uma das espécies mais cultivadas no mundo, representando o segundo peixe mais produzido ocupando papel estratégico na aquicultura global devido ao seu rápido crescimento, rusticidade e ampla aceitação no mercado (FAO, 2024). No Brasil, a tilapicultura representa mais de 60% da produção nacional de peixes cultivados, impulsionando o desenvolvimento de tecnologias e sistemas de produção mais eficientes (PEIXE BR, 2025).

Entre as etapas da produção de peixes, a larvicultura (fase inicial de produção) é uma das fases mais sensíveis, o que tem refletido em alta mortalidade. O sucesso na larvicultura não depende apenas da sobrevivência final, mas também do desempenho zootécnico na fase inicial, que pode influenciar diretamente as etapas posteriores (crescimento e engorda). Fatores como taxa de crescimento, uniformidade do lote e viabilidade econômica são determinantes nesse processo (Bhujel et al., 2001). De tal forma que estratégias que promovam um ambiente de cultivo mais estável e que proporcione condições adequadas de produção são essenciais para melhorar os índices de sobrevivência e desempenho na larvicultura.

Sistemas de produção que minimizem a utilização de água e proporcionem melhor produtividade, tais como tecnologia de bioflocos (BFT) e sistema de recirculação aquícola (RAS), vêm sendo estudados e aplicados como alternativas tecnológicas para aumentar a eficiência da produção aquícola. A BFT caracteriza-se por promover uma comunidade microbiana heterotrófica e quimioautotrófica que atua tanto no controle da qualidade da água quanto como fonte suplementar de alimento natural, enquanto o RAS permite o controle rigoroso dos parâmetros do sistema através do tratamento da água através de filtros e reutilização da água.

Apesar das vantagens atribuídas a ambos os sistemas, eles apresentam limitações inerentes. Em BFT, a elevação da concentração de sólidos sedimentáveis pode comprometer a saúde e o desenvolvimento das larvas por não apresentarem estruturas anatômicas completamente desenvolvidas e apresentarem uma alta sensibilidade, exigindo manejo criterioso da água; enquanto em RAS demanda maior investimento inicial e operação técnica especializada para assegurar a estabilidade do ambiente (Luo et al., 2014; Abi-Ayad e Kestemont, 1994). Além disso, os estudos comparativos entre a BFT e o RAS são mais comuns em fases posteriores do cultivo em diferentes espécies, havendo escassez de informações específicas sobre os

efeitos desses sistemas no desempenho zootécnico da tilápia-do-Nilo na larvicultura.

Diante desse cenário, torna-se fundamental investigar a eficiência desses sistemas no cultivo inicial da espécie, visando identificar qual deles oferece melhores condições para o crescimento, sobrevivência e qualidade de água para os peixes, principalmente considerando larvas obtidas de reprodutores mantidos em BFT, sistema que tem se mostrando efetivo na reprodução de tilápia-do-Nilo, com potencial efeito transgeracional (Ekasari et al., 2015). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a larvicultura de tilápia-do-Nilo em BFT e em RAS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Alocação

O experimento foi realizado durante o outono (março e abril) na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizada em Campo Grande, MS, Brasil. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da instituição, sob protocolo nº 1.213/2022.

2.2 Obtenção das larvas

Os ovos utilizados no experimento foram provenientes de um único lote de reprodução conduzido em sistema de bioflocos (BFT). A incubação foi realizada em incubadoras cilíndrico-cônicas com capacidade de 2 L, mantidas com aeração constante e renovação contínua de água à vazão de 7 L/s. Durante o período de incubação, a temperatura média da água foi de $27,2 \pm 0,85$ °C. Após a eclosão e a completa absorção do saco vitelino (3 dias), um total de 800 larvas foi uniformemente distribuído nas unidades experimentais para o início do cultivo.

2.3 Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado e foram avaliados dois tratamentos: (i) sistema de produção com tecnologia de bioflocos (BFT) e (ii) sistema de produção com recirculação aquícola (RAS). Cada tratamento contou com cinco repetições, totalizando 10 unidades experimentais. As unidades experimentais eram formadas por um aquário com volume útil de 20 litros, onde foram estocadas 80 larvas

(densidade de 4 larvas/L; biomassa inicial de 0,56 g). As larvas apresentaram no início do experimento peso médio de 7 mg e comprimento total médio de 0,09 mm. O período experimental teve duração de 30 dias.

2.4 Sistemas de Cultivo

As unidades experimentais no sistema BFT foram formadas a partir de um inóculo de bioflocos previamente maturado, proveniente de um cultivo de tilápia-do-Nilo. As características iniciais da água do inóculo de bioflocos eram: temperatura de 28,7 °C; oxigênio dissolvido 7,2 mg/L (medidor ótico Hanna HI98198); pH de 7,74 (Hanna HI98128); salinidade de 1,2 g/L (Hanna HI98319); alcalinidade de 102 mg CaCO₃/L (titulação); nitrogênio amoniacal total de 0 mg/L; nitrito 0,2 mg/L; nitrato de 80 mg/L (kits colorimétricos); e sólidos sedimentáveis 19 mL/L (cone de Imhoff).

O sistema RAS foi composto por um filtro de 50 litros, dividido em três estágios: filtragem mecânica (manta acrílica para retenção de partículas), filtragem biológica (meios filtrantes para colonização de bactérias nitrificantes) e bombeamento de retorno da água ao sistema. A água escoava por gravidade dos aquários até o sump, passando sequencialmente pelas etapas de filtragem antes de retornar aos aquários.

Em ambos os sistemas de produção foram acoplados a um soprador de 1,5 CV (cavalo-vapor). A oxigenação proveniente do referido soprador ocorreu por meio de difusores porosos de 20 cm instalados em cada uma das unidades experimentais (aquários).

2.5 Alimentação e qualidade de água

Os peixes foram alimentados seis vezes ao dia, sendo três tratos no período da manhã (iniciando às 7h) e três no período da tarde (iniciando às 13h), com intervalos de 1 hora e 30 minutos entre as refeições. Foi utilizada ração comercial extrusada (46% de proteína bruta, 88% de matéria seca, 8% de extrato etéreo, 3% de fibra bruta e 14% de matéria mineral), a qual foi triturada antes da alimentação dos peixes. A taxa de alimentação foi ajustada e corrigida conforme o crescimento para 25% da biomassa ao dia, conforme recomendado na literatura (Kubitza, 2000).

Os parâmetros físico-químicos da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido

foram monitorados diariamente, no início da manhã e no final da tarde, utilizando multiparâmetro (Hanna HI98198). Os sólidos sedimentáveis foram avaliados duas vezes por semana, decantando-se 1 L de água por 30 minutos em cone de Imhoff. A concentração foi mantida próxima de 20 mL/L, realizando-se a clarificação da água quando necessário, conforme Ray et al. (2010). A alcalinidade foi monitorada e mantida em 100 mg CaCO₃/L, seguindo Ebeling et al. (2006). A salinidade foi ajustada no início do experimento para 2,0 g/L (medidor de salinidade digital Hanna HI98319).

2.6 Avaliação do desempenho Zootécnico

Inicialmente foi realizada uma biometria de amostra das larvas para determinação do peso médio inicial ($7 \text{ mg} \pm 0$), comprimento padrão ($0,80 \text{ mm} \pm 0$) e comprimento total ($0,09 \text{ mm} \pm 0$). Ao final do experimento (30 dias), os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas, anestesiados com eugenol e, posteriormente, realizou-se uma biometria final.

As variáveis avaliadas foram: peso final (g), comprimento padrão (cm), comprimento total (cm), ganho em peso (g; peso final - peso inicial), ganho em peso diário (g/dia; ganho de peso / período experimental (dias)), conversão alimentar aparente (g; consumo de ração / ganho de peso) e taxa de sobrevivência (%): número de peixes final / número de peixes inicial*100).

2.7 Análise estatística

Os dados foram verificados quanto à pressuposição de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados de sobrevivência foram submetidos a transformação angular previamente às análises estatísticas. Quando os pressupostos para análises paramétricas foram atendidos, utilizou-se o teste t de *Student* para amostras independentes. Nos casos em que os pressupostos de normalidade não foram atendidos, aplicou-se o teste de *Mann-Whitney* (Wilcoxon Two-Sample Test). Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software Statistical Analysis System (SAS, 2002). O nível de significância adotado foi de 0,05 para todos os testes.

3 RESULTADOS

Os valores para os índices de qualidade da água não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) para as variáveis de oxigênio dissolvido, pH e temperatura entre os sistemas de cultivo, tanto pela manhã quanto à tarde (Tabela 1). Entretanto, no sistema em BFT houve menores ($P<0,05$) concentrações de nitrito evidenciado na Figura 1 (0,80 mg/L) e nitrogênio amoniacal total evidenciado na Figura 2 (3,60 mg/L) em relação ao RAS (1,58 mg/L e 7,40 mg/L, respectivamente; Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios para características de qualidade de água em sistema BFT e RAS durante 30 dias de cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de larvicultura.

Variáveis ¹	BFT	RAS	CV (%) ²	P-valor ³
OD manhã (mg/L)	7,35	7,33	1,91	0,844
OD tarde (mg/L)	7,40	7,39	1,02	0,839
pH manhã	7,74	7,78	1,67	0,656
pH tarde	7,74	7,68	1,08	0,285
Temp manhã (°C)	27,08	27,26	0,63	0,139
Temp tarde °C	27,96	27,44	-	0,132
NO ₂ ⁻ mg/L	0,80 b	1,58 a	12,88	<0,000
NO ₃ ⁻ mg/L	66,00 a	61,40 b	2,67	0,013
NAT mg/L	3,60 b	7,40 a	-	0,041*
Alcalinidade mg/L	125,10 a	97,20 b	7,74	0,044

¹ OD – oxigênio dissolvido; Temp – temperatura; NAT – nitrogênio amoniacal total; NO₂⁻ – nitrito; NO₃⁻ – nitrato.

³ CV – coeficiente de variação.

² P-valor: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste T de *Student* para amostras independentes ou Mann-Whitney*, no nível de significância de 5% .

No cultivo em BFT, os compostos nitrogenados (NO₂⁻, NAT e NO₃⁻) apresentaram variações ao longo do experimento. O sistema BFT registrou concentrações mais elevadas de NO₃⁻ em comparação ao RAS, enquanto os níveis de NO₂⁻ e NAT mantiveram-se dentro dos limites toleráveis para a espécie (Figura 1). A concentração de nitrato Figura 2 (66,0 mg/L) e a alcalinidade (125,1 mg/L) foram maiores ($P<0,05$) em relação ao cultivo em RAS (61,40 mg/L e 97,20 mg/L, respectivamente; Tabela 1). A concentração de sólidos sedimentáveis no sistema de cultivo em BFT variou de 10 a 22,5 mL/L Figura 2 ao longo dos 30 dias de experimento

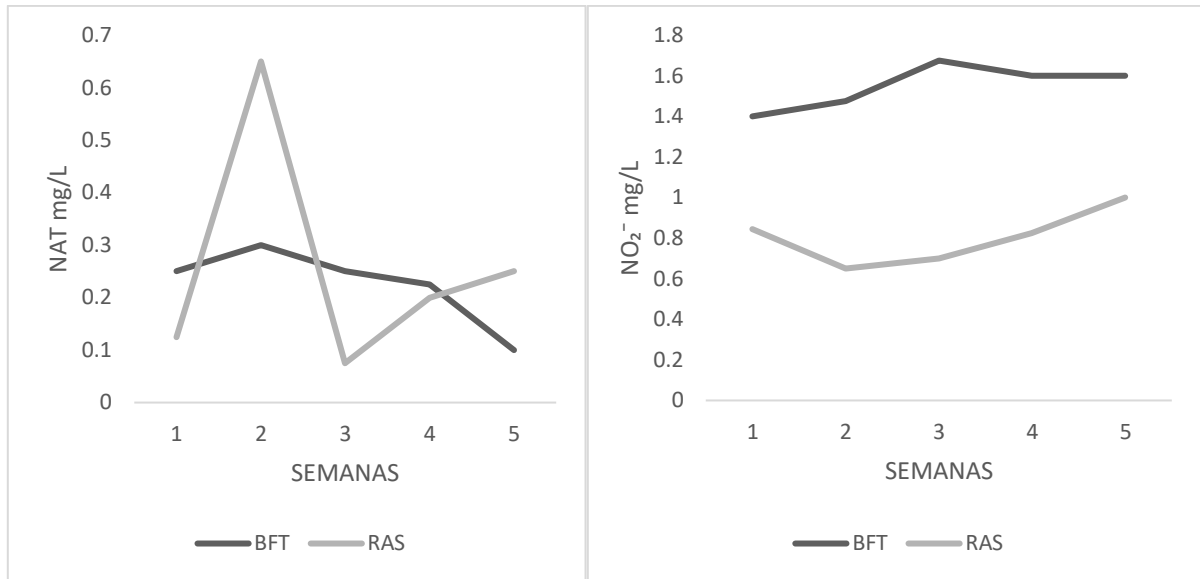


Figura 1. Concentração semanal de nitrogênio amoniacal total NAT (mg/mL) e nitrito de NO₂⁻ (mg/mL) no cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tecnologia de bioflocos (BFT) e em sistema de recirculação aquícola (RAS) na fase de larvicultura.

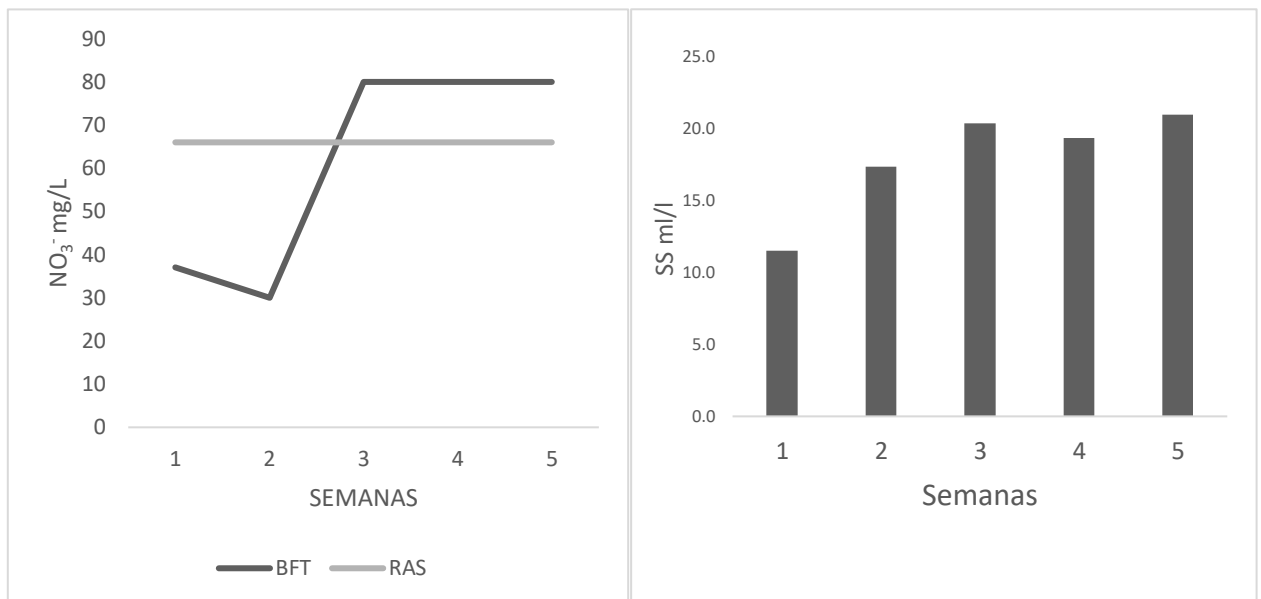


Figura 2. Concentração semanal de nitrato NO₃⁻ (mg/mL) e sólidos suspensos (SS; mL/L) no cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tecnologia de bioflocos (BFT) e em sistema de recirculação aquícola (RAS) na fase de larvicultura

Os resultados do desempenho zootécnico na fase de larvicultura de tilápia-do-Nilo cultivadas em tecnologia de bioflocos (BFT) e em sistema de recirculação aquícola (RAS) durante 30 dias são apresentados na Tabela 1. Os peixes mantidos em BFT apresentaram peso final maior ($P < 0,05$) (0,96 g) em comparação ao RAS (0,65 g). Apesar disso, não foram observadas diferenças significativas no comprimento padrão e comprimento total entre os sistemas ($P > 0,05$).

Tabela 2. Desempenho zootécnico de larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes sistemas de produção com 30 dias.

Variáveis ¹	BFT	RAS	CV (%) ²	p-valor ³
PF (g)	0,96a	0,65b	9,44	<0,001
CPf (mm)	3,90	3,48	11,49	0,137
CTf (mm)	4,64	4,17	9,19	0,103
GPM (g)	0,95a	0,64b	8,75	<0,001
GPD (g dia ⁻¹)	0,03a	0,02b	9,47	<0,001
CAA	2,46a	3,62b	21,71	0,024
BF (g)	45,95a	31,63b	21,14	0,024
GB (g)	45,43a	31,10b	21,43	0,024
SOB (%) ⁴	59,50a	60,80b	11,75	0,826

¹ PF – peso final; CPf – comprimento padrão final; CTf – comprimento total final; GPM – ganho de peso médio; GPD – ganho de peso diário; CAA – conversão alimentar aparente; BF – biomassa final; GB – ganho em biomassa; SOB – sobrevivência.

² CV – coeficiente de variação.

³ P-valor: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste T de *Student* para amostras independentes no nível de significância de 5% e

Os dados de sobrevivência foram submetidos à transformação angular para as análises estatísticas e são apresentados como valores originais, após transformação inversa.

O ganho em peso e ganho em peso diário foram maiores ($P < 0,05$) nos peixes cultivados em BFT (0,95 g; e 0,03 g/dia) em relação aos que foram cultivados em RAS (0,64 g e 0,02 g/dia), refletindo maior crescimento. Da mesma forma, a biomassa final (45,95 g) e o ganho em biomassa (45,43 g) foram maiores ($P < 0,05$) no cultivo em BFT em comparação ao RAS (31,63g e 31,10g), respectivamente. A conversão alimentar

aparente foi mais eficiente ($P < 0,05$) nos peixes cultivados em BFT (2,46) em relação aos peixes que foram cultivados em RAS (3,62), indicando melhor aproveitamento do alimento nesse sistema. Por outro lado, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na taxa de sobrevivência entre os diferentes sistemas de cultivo, com valores de 59,50% e 60,75% no cultivo BFT e RAS, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

As variáveis de qualidade da água oxigênio dissolvido, pH e temperatura permaneceram dentro da faixa considerada adequada para tilápia-do-Nilo, tanto em sistemas tradicionais (Boyd, 1998; El-Sayed, 2006) quanto em BFT (Emerenciano et al., 2017). Os resultados obtidos para essas variáveis reforçam que essas não limitaram o desempenho dos peixes e garantiram condições ambientais satisfatórias ao longo do experimento.

Com relação aos compostos nitrogenados, o nitrogênio amoniacal total (TAN) acumulou mais no sistema RAS em relação ao BFT, sendo que nesse sistema a concentração foi superior ao recomendado para tilápia-do-Nilo ($< 1,0$ mg/L; Emerenciano et al., 2017). No entanto, como o pH permaneceu próximo à neutralidade, a concentração de nitrogênio amoniacal total ($\text{NH}_3^+ \text{NH}_4^+$) na forma tóxica (NH_3) é mínima e, portanto, não houve toxicidade desse para os peixes nos dois sistemas de produção. A concentração de nitrito também foi maior no RAS, o que pode indicar menor eficiência na conversão desse composto em nitrato, uma vez que o sistema BFT apresentou maior concentração desse composto nitrogenado, evidenciando maior atividade das bactérias nitrificantes. Por fim, a concentração de nitrito permaneceu abaixo do limite crítico para tilápia-do-Nilo ($< 1,0$ mg/L; Emerenciano et al., 2017), mas pode ter se aproximado de valores considerados elevados para peixes em sistemas de água clara (El-Sayed, 2020). É importante destacar que, em ambos os sistemas, foi mantida concentração de cloreto de sódio (~ 2 g/L) para mitigar os efeitos tóxicos do nitrito.

A concentração de nitrato observada nos dois sistemas permaneceu dentro da faixa considerada adequada para a espécie (El-Sayed, 2020), sem impacto adverso sobre os peixes. Além disso, a maior alcalinidade no BFT (125,10 mg/L) está de acordo com o valor mínimo recomendado (> 100 mg/L; Emerenciano et al., 2017), sendo essencial para o desenvolvimento das comunidades microbianas responsáveis

pela assimilação e transformação dos compostos nitrogenados, favorecendo a estabilidade do sistema.

Em geral, ao longo do experimento a concentração de sólidos sedimentáveis no sistema BFT, de 10 a 22,5 mL/L ao longo dos 30 dias, manteve-se dentro da faixa considerada adequada para tilápia-do-Nilo para a fase (5-20 ml/L; Emerenciano et al. 2017), sem comprometer a qualidade da água. Essa estabilidade pode ter favorecido na composição do bioflocos, principalmente com bactérias probióticas e, conseqüentemente, contribuído para o melhor desempenho zootécnico observado nesse sistema (Emerenciano et al., 2017).

Os resultados deste estudo demonstraram que o sistema de cultivo em tecnologia de bioflocos (BFT) promoveu melhor desempenho zootécnico de tilápias-do-Nilo na fase de larva até juvenis, em comparação ao sistema de recirculação aquícola (RAS) na fase de larvicultura. Os peixes cultivados no BFT apresentaram peso final e ganho em peso (final e diário) superiores, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de alimento natural, tendo em vista que o bioflocos representa uma fonte alimentar constantemente disponível aos peixes, sendo essa fonte bastante rica em nutrientes (23,7-58,9% de proteína bruta, lipídeos de 0,5 a 3,62%, 29 a 31,1% de carboidratos e o perfil de ácidos graxos 1 a 15%; Becerril-Cortés et al., 2017). Além do bioflocos ser uma fonte de nutrientes, também podem apresentar várias bactérias que podem ser benéficas aos peixes, inclusive melhorando o sistema imune. Por fim, a menor conversão alimentar aparente observada no BFT indica um melhor aproveitamento dos nutrientes, possivelmente pela sinergia entre ração e consumo de bioflocos, contribuindo para a eficiência produtiva.

O maior desempenho zootécnico obtido no presente experimento, caracterizado pelo peso final maior e ganho em peso ao final do experimento e ganho em peso diário, também foi observado no trabalho de Ekasari et al. (2015), que relataram maior ganho de peso em larvas de tilápia mantidas em BFT em comparação ao RAS. Esses autores discutem que em BFT há uma melhor nutrição, proteção imunológica e um ambiente mais estável, os quais contribuíram para o maior desempenho na fase inicial da tilápia-do-Nilo, o que corrobora com os dados observados no presente trabalho.

Resultados divergentes ao presente trabalho quanto a melhoria do desempenho zootécnico nos peixes cultivados em BFT foram reportados por Lima et al. (2018) ao comparar o cultivo de tilápias em BFT com diferentes fontes de carbono

(açúcar, melaço líquido e em pó) em comparação a um sistema tradicional de água clara com renovação semanal 87,5%. Os autores observaram que o tratamento controle (CTL) apresentou desempenho zootécnico superior para o peso final (409,84 g) e ganho de peso diário (2,36 g/dia) significativamente maiores ($P < 0,05$) em comparação aos peixes cultivados em BFT. Os autores atribuíram esse efeito negativo do sistema em BFT a imaturidade do bioflocos, tendo em vista que observaram altas concentrações de nitrito.

Estudos como o de Vieira et al. (2019) demonstram o equilíbrio do sistema BFT em variáveis de conversão alimentar, assim como no ganho de peso, evidenciando a proteína microbiana como uma fonte de alimento adicional na dieta. Esses dados convergem com os resultados deste trabalho, que demonstram que os peixes mantidos em BFT apresentaram a menor taxa de conversão alimentar aparente (CAA) em comparação ao tratamento controle, destacando a importância da composição e formação dos bioflocos. Assim como observado por Lima et al. (2015), que utilizando diferentes níveis de estocagem de tilápia-do-Nilo cultivadas em BFT, observaram menores valores de conversão alimentar (entre 1,28 e 1,62) em relação ao presente trabalho, sendo que a densidade influenciou nessa variável.

De modo geral, os resultados corroboram estudos prévios que indicam o BFT como uma alternativa viável e sustentável para o cultivo intensivo de juvenis de tilápia-do-Nilo, promovendo melhor desempenho produtivo e controle da qualidade da água, além de reduzir a necessidade de renovação de água.

5 CONCLUSÃO

O sistema de produção em BFT proporcionou melhor desempenho zootécnico de tilápia-do-Nilo na fase de larvicultura, com maiores peso final, ganho de peso diário, biomassa final e ganho em biomassa, além de melhor conversão alimentar aparente em comparação ao sistema de recirculação (RAS). Ambos os sistemas mantiveram taxas de sobrevivência semelhantes e qualidade da água dentro dos parâmetros adequados para a espécie. Pois, o BFT permitiu melhor qualidade de água foi observada no cultivo em BFT. Portanto, o cultivo em BFT se mostra uma alternativa viável e eficiente para o cultivo inicial de tilápias, contribuindo para a sustentabilidade da produção aquícola ao reduzir a renovação de água e potencializar o aproveitamento de nutrientes.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino; Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

7 REFERÊNCIAS

- Abi-Ayad, A.; Kestemont, P. Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed, or dry diet. *Aquaculture*, v. 128, n. 1-2, p. 163-176, 1994.
- Abidin, Z. M.; Hashim, R.; Shu-Chien, A. C. Influence of dietary protein levels on growth and egg quality in broodstock female bagrid catfish (*Mystus nemurus* Cuv. & Val.). *Aquaculture Research*, v. 37, p. 416-418, 2006.
- Becerril-Cortés, D.; Monroy-Dosta, M. del C.; Coelho-Emerenciano, M. G.; Castro-Mejía, G.; Cienfuegos Martínez, K.; De Lara-Andrade, R. Nutritional importance for aquaculture and ecological function of microorganisms that make up Biofloc, a review. *International Journal of Aquatic Science*, v. 8, n. 2, p. 69-77, 2017.
- Bhujel, R. C.; Yakupitiyage, A.; Little, D. C.; Turner, W. A. Selection of a commercial feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish breeding in a hapa-in-pond system. *Aquaculture*, v. 194, n. 1-4, p. 303-314, 2001a.
- Boyd, C. E. *Water Quality for Pond Aquaculture*. Auburn University Press, Birmingham, 1998.
- Ebeling, J.; Timmons, M. B.; Bisogni, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, v. 257, n. 1-4, p. 346-358, 2006.
- El-Sayed, A. E. M. *Tilapia Culture*. CAB International, Oxfordshire, UK, p. 33-46, 2006.
- EL- Sayed, A.-F. M. *Tilapia culture*. 2nd ed. London: Academic Press (Elsevier), 2020.
- Emerenciano, M. G. C.; Martínez-Córdova, L. R.; Martínez-Porchas, M.; Miranda-Baeza, A. Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. In: Tutu, H. (Ed.), *Water Quality*. InTech, p. 91-109, 2017.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action. Roma: FAO.
- Ekasari, J.; Rivandi, D. R.; Firdausia, A. P.; Surawidjaja, E. H.; Zairin Jr., M.; Bossier, P.; De Schryver, P. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture*, v. 441, p. 72-77, 2015.
- Kubitza, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285 p.
- Luo, G.; Gao, Q.; Wang, C.; Liu, W.; Sun, D.; Li, L.; Tan, H. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture*, v. 422-423, p. 1-7, 2014.
- Lima, E. C. R.; Souza, R. L.; Girão, P. J. M.; Braga, Í. F. M.; Correia, E. S. Cultivo da

786 tilápia do Nilo em bioflocos com diferentes fontes de carbono. Revista Ciência
787 Agrônômica, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 458-466, jul./set. 2018.

788
789 LIMA, E. C. R. et al. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de
790 bioflocos com diferentes densidades de estocagem. Revista Brasileira de Saúde e
791 Produção Animal, v. 16, n. 4, p. 948-957, 2015.

792
793 PeixeBR - Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário 2025 da Piscicultura.
794

795 RAY, A. J.; LEWIS, B. L.; BROWDY, C. L.; LEFFLER, J. W. Suspended solids removal
796 to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-
797 based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. Aquaculture, v. 299,
798 p. 89-98, 2010.

799
800 VIEIRA, R. B. et al. Zootechnical performance evaluation of the use of biofloc
801 technology in Nile tilapia fingerling production at different densities. Boletim do Instituto
802 de Pesca, v. 45, n. 4, p. e505, 2019.