

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Valesca Schardong Villes**

**SIMULAÇÃO DA VIABILIDADE ECONOMICA E AVALIAÇÃO DE TAXAS DE  
ARRAÇOAMENTO PARA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM  
BIOFLOCOS**

Palmeira das Missões, RS  
2019

**Valesca Schardong Villes**

**SIMULAÇÃO DA VIABILIDADE ECONOMICA E AVALIAÇÃO DE TAXAS DE  
ARRAÇOAMENTO PARA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM  
BIOFLOCOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócios, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronegócios**.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Lazzari

Palmeira das Missões, RS  
2019

Villes, Valesca Schardong  
SIMULAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AVALIAÇÃO DE  
TAXAS DE ARRAÇAMENTO PARA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis  
niloticus*) EM BIOFLOCOS / Valesca Schardong Villas.-  
2019.

73 p. ; 30 cm

Orientador: Rafael Lazzari  
Coorientador: Elson Martins Coelho  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Campus de Palmeira das Missões, Programa de Pós  
Graduação em Agronegócios, RS, 2019

1. Análise econômica 2. Manejo alimentar? 3.  
Piscicultura intensiva 4. Recria I. Lazzari, Rafael II.  
Coelho, Elson Martins III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

**Valesca Schardong Villes**

**SIMULAÇÃO DA VIABILIDADE ECONOMICA E AVALIAÇÃO DE TAXAS DE  
ARRAÇOAMENTO PARA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM  
BIOFLOCOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócios, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronegócios**.

**Aprovado em 08 de agosto de 2019**

---

**Rafael Lazzari, Dr. (UFSM)**  
(Orientador)

---

**Nilce Coelho Peixoto, Dr. (UFSM)**

---

**Diogo Luiz de Alcantara Lopes, Dr. (UDESC)**

Palmeira das Missões, RS  
2019

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho  
aos meus familiares,  
amigos e colegas*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta etapa de minha vida, em especial:

A Deus pela bênção ao ser aprovada no mestrado e por sempre me transmitir força, foco e fé.

Agradeço à minha mãe, Tânia, que foi minha maior incentivadora e ao meu pai, Ênio, que juntos acreditaram e me deram forças todos os dias, não medindo esforços para a realização do meu sonho.

Agradeço à minha irmã Val pelo amor e apoio incondicional.

À minha amada família, que acompanharam a minha trajetória e torceram por mim.

Agradeço à esta universidade, seu corpo docente e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro.

Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Dr. Rafael Lazzari, por todo empenho, incentivo, atenção e confiança na elaboração deste trabalho.

Obrigada aos colegas de grupo de pesquisa do Laboratório de Piscicultura e ao técnico Juliano Uczay.

Sou grata aos meus queridos colegas e amigos Luíza Hermes e Emerson Durigon que fizeram toda a diferença nesta etapa.

Agradeço aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios pelo apoio.

Obrigada à banca avaliadora pelas valiosas contribuições, desde a qualificação do projeto de pesquisa, que possibilitou o amadurecimento do mesmo, e agora na defesa de dissertação.

Grata pelo apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, juntamente com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), através da concessão da bolsa CAPES/FAPERGS a qual possibilitou desempenhar minhas atividades.

Aos meus amigos, pela força e torcida para que tudo desse certo.

Enfim, essa conquista também é de todos vocês.

Gratidão!

*“Sem sonhos, a vida não tem brilho.*

*Sem metas, os sonhos não têm alicerces.*

*Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais.*

*Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos.*

*Melhor é errar por tentar do que errar por omitir”.*

*(Augusto Cury)*

## RESUMO

### SIMULAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AVALIAÇÃO DE TAXAS DE ARRAÇOAMENTO PARA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM BIOFLOCOS

AUTORA: VALESCA SCHARDONG VILLES  
ORIENTADOR: RAFAEL LAZZARI

Os objetivos com este estudo foram avaliar os efeitos das taxas de arraçoamento sobre desempenho, composição corporal, parâmetros bioquímicos e oxidativos dos peixes em sistema de bioflocos (BFT) e simular fatores que interferem na viabilidade econômica da criação de tilápias. No artigo 1 foi realizado um experimento durante 28 dias, com 144 juvenis de tilápia ( $12,06 \pm 0,16$ g), 12 peixes por tanque em sistema de BFT, composto por 12 tanques de polipropileno (microcosmos, 30 L) e um macrocosmo (1000 L). Os animais foram alimentados três vezes ao dia (8, 12 e 18 horas), com ração extrusada (36% PB), nas taxas de 2, 4, 6 e 8% da biomassa por dia. Observou-se influência na taxa de alimentação no desempenho dos peixes, onde a taxa máxima estimada foi de 4%. A conversão alimentar aparente piorou proporcionalmente ao aumento de oferta de ração. A proteína bruta da composição centesimal foi maior no nível 8% e a matéria seca mostrou crescimento de acordo com a taxa de arraçoamento. Os conteúdos lipídicos foram maiores nos níveis 6% e 8% de arraçoamento. Peixes alimentados com menores taxas apresentaram melhores parâmetros oxidativos, devido ao consumo dos compostos fenólicos do biofloco. No artigo 2 simulou-se um projeto de BFT, com 12 estufas (contendo tanques de  $415\text{m}^3$  cada), sendo alojadas 55 tilápias/ $\text{m}^3$ , com conversão alimentar estimada de 1,2:1, peso final de 800 g e preço de comercialização de R\$ 4,65. Analisou-se indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), *Payback*, Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* descontado, Índice de lucratividade e análises de sensibilidade. O empreendimento mostrou-se economicamente viável, uma vez que o retorno do investimento se dá entre o quarto e quinto ano, com VPL de R\$ 59.792,94 e TIR de 17%, com custo de implantação e custos operacionais altos. Variações no preço de comercialização, conversão alimentar e densidade de estocagem podem ter grande influência sobre a rentabilidade do empreendimento. A ração e a energia são os itens que mais interferem na viabilidade do sistema, pois representam 70% e 21,79% do custo operacional, respectivamente. Em conclusão, no sistema de BFT, recomenda-se a taxa alimentar de 4% para juvenis de tilápia e que o empreendimento é economicamente executável dentre as características definidas no trabalho, com os maiores custos operacionais definidos pela ração e energia elétrica.

**Palavras-chave** - Análise econômica, manejo alimentar, piscicultura intensiva, recria.



## ABSTRACT

### **SIMULATION OF ECONOMIC VIABILITY AND EVALUATION OF FEEDING FEES FOR TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) IN BIOFLOCOS**

AUTHORA: VALESCA SCHARDONG VILLES

ADVISER: RAFAEL LAZZARI

The objectives of this study were to evaluate the effects of feed rates on performance, body composition, biochemical and oxidative parameters of fish in biofloc system (BFT) and to simulate factors that interfere with the economic viability of tilapia breeding. In article 1, a 28-day experiment was carried out with 144 tilapia juveniles ( $12.06 \pm 0.16\text{g}$ ), 12 fish per tank in a BFT system, composed of 12 polypropylene tanks (microcosmos, 30 L) and a macrocosm. (1000 L). The animals were fed three times a day (8, 12 and 18 hours) with extruded feed (36% CP) at the rates of 2, 4, 6 and 8% of biomass per day. Influence of feeding rate on fish performance was observed, where the maximum estimated rate was 4%. Apparent feed conversion worsened in proportion to the increase in feed supply. The crude protein of the centesimal composition was higher at the 8% level and the dry matter showed growth according to the feed rate. Lipid contents were higher at 6% and 8% of feedstocks. Fish fed at lower rates had better oxidative parameters due to the consumption of biofloc phenolic compounds. In article 2 a BFT project was simulated, with 12 greenhouses (containing  $415\text{m}^3$  tanks each), being housed 55 tilapia/ $\text{m}^3$ , with estimated feed conversion of 1.2: 1, final weight of 800 g and commercialization price of R\$ 4.65. Indicators such as Net Present Value (NPV), Payback, Internal Rate of Return (IRR), Discounted Payback, Profitability Index and sensitivity analyzes were analyzed. The project proved to be economically viable, since the return on investment is between the fourth and fifth year, with NPV of R\$ 59,792.94 and IRR of 17%, with high implementation cost and operating costs. Variations in commercialization price, feed conversion and stocking density can have a major influence on the profitability of the enterprise. Feed and energy are the items that most affect the viability of the system, as they represent 70% and 21.79% of operating costs, respectively. In conclusion, in the BFT system, the 4% feeding rate for tilapia juveniles is recommended and the enterprise is economically executable among the characteristics defined in the work, with the highest operating costs defined by the ration and electricity.

**Keywords** - Economic analysis, food management, intensive fish farming, recreation.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
3.1 AQUICULTURA NO MUNDO .....	12
3.2 MANEJO ALIMENTAR.....	15
3.3 TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT).....	16
3.4 TILÁPIA-DO-NILO .....	19
<b>4. ARTIGO 1 - FATORES DE VIABILIDADE EM SISTEMA DE BIOFLOCOS (BFT) NA PRODUÇÃO DE TILÁPIAS (<i>Oreochromis niloticus</i>) .....</b>	<b>.....</b>
<b>5. ARTIGO 2 - DETERMINAÇÃO DE TAXAS DE ARRAÇOAMENTO NO CULTIVO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) EM BIOFLOCOS (BFT).</b>	<b>.....</b>
<b>6. DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>63</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A- NORMAS DOS PERÓDICOS PARA SUBMISSÃO.....</b>	<b>71</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por pescados pelo mercado internacional, a pesca extrativista não é capaz de suprir as necessidades globais. Contudo, a aquicultura se apresenta como uma opção para atender estas condições de mercado. A atividade aquícola é o setor do agronegócio que mais cresce no mundo, com uma taxa média anual de 6,0%, com uma produção de 110,2 milhões de t (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA - FAO, 2018). Acredita-se, inclusive, que a aquicultura seja responsável por 45% do pescado destinado ao consumo humano (FAO, 2018), representando 80,0 milhões de toneladas de peixes no mundo (US\$ 231,6 bilhões), com 54,1 milhões de toneladas de peixes cultivados (US\$ 138,5 milhões).

A aquicultura se refere ao cultivo de qualquer organismo (peixes, moluscos, crustáceos, algas, répteis, entre outros) cujo desenvolvimento se dá total ou parcialmente no meio aquático, geralmente num espaço confinado. Sendo a atividade controlada pelo homem para exploração produtiva econômica e financeira, atendendo as premissas de um mercado competitivo. Já quando falamos em piscicultura, estamos mencionando apenas a criação de peixes (BARROSO et al., 2018a).

A piscicultura representa mais de 86,6% da aquicultura nacional (ACEB, 2014), gerando bilhões de reais e cerca de um milhão de empregos diretos e indiretos (PEIXE BR, 2019), além de destacar o Brasil com a segunda melhor posição da América Latina. A piscicultura brasileira cresceu 4,5%, terminando o ano de 2018 com a produção de 722.560 toneladas de peixes cultivados, com receita de cerca de R\$ 5,6 bilhões, e quanto aos produtores nacionais, destaca-se a região Sul como líder do *ranking* de maior produtora do pescado (PEIXE BR, 2019).

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal responsável por esse crescimento no nosso país, já que representa o peixe mais cultivado, com 55,4% do total da produção (PEIXE BR, 2019), além de ser a quarta espécie de peixe de água doce mais produzida a nível mundial (FAO, 2018), estando atrás de três espécies de carpas. Resultado este, devido às suas características biológicas, como rusticidade, crescimento acelerado, hábito alimentar onívoro, características organolépticas, ausência de espinhas intramusculares e por possuir boa aceitação no mercado consumidor (EL-SAYED, 2006).

Diante disso, amplas pesquisas estão sendo realizadas em relação à espécie em sistemas fechados, oferecendo maior suporte ao desenvolvimento de diferentes técnicas de manejo e produção intensiva, de modo que se produza mais pescados, com biossegurança, reduzido

impacto ao meio ambiente e otimizando a relação custo/benefício, já que o insumo ração é o maior responsável pelo custo produtivo. Em favor do desenvolvimento, apresenta-se a tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology System* – BFT) como promissora, consistindo em um novo sistema de produção, com mínima renovação de água, que estimula o crescimento da comunidade microbiana através da manipulação da relação entre carbono (C) e nitrogênio (N) na água de cultivo. Bactérias e outros microrganismos, invertebrados, restos de excretas e de ração, formam agregados, conhecidos como bioflocos (AVNIMELECH, 2007), que resultam em uma fonte de alimento natural aos organismos do cultivo, reduzindo significativamente o uso de rações convencionais e custos para alimentação (AVNIMELECH, 2009). Entretanto, destaca-se como barreiras de desenvolvimento do sistema, a demanda do alto nível tecnológico, investimento inicial considerável e necessidade de mão-de-obra qualificada para seu manejo e funcionamento.

Baseado nas características apresentadas pelo BFT, na busca por sistemas alternativos de piscicultura e no desenvolvimento sustentável desse setor agropecuário, objetiva-se avaliar o uso da tecnologia em juvenis de Tilápia-do-Nilo diante de diferentes taxas de arraçoamento e identificar os fatores de viabilidade econômica do sistema, visando obter um cultivo que contribua com a sustentabilidade ambiental e econômica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar taxas de arraçoamento diárias na produção de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e identificar os fatores de viabilidade econômica em sistema Bioflocos (BFT).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar parâmetros de crescimento, sobrevivência e composição corporal dos juvenis submetidos a diferentes taxas de arraçoamento;
- Analisar as respostas metabólicas e oxidativas de tilápias submetidas a diferentes taxas de arraçoamento;
- Quantificar e qualificar os fatores que interferem na viabilidade econômica na produção de tilápia em sistema de BFT.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 AQUICULTURA NO MUNDO

A aquicultura é uma das atividades em expansão na área do agronegócio brasileiro que vem transitando por avanços tecnológicos e científicos para resultar no favorecimento da produção e otimização das estruturas de criação. É um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo, por ser uma atividade favorável na fonte de renda e subsistência para centenas de milhões de pessoas, e ser uma proteína animal com papel proeminente na segurança alimentar (FAO, 2018). Outrossim, a piscicultura de água doce vem se mostrando promissora, principalmente no que diz respeito ao cultivo de tilápias (WAGNER et al., 2004).

A aquicultura fornece praticamente a metade de todo pescado destinado ao consumo humano, aproximadamente 45% (FAO, 2018) e o crescimento da aquicultura (incluindo aquáticas plantas) atinge um recorde histórico de 110,2 milhões de toneladas, representando 80,0 milhões de toneladas de peixes no mundo (US\$ 231,6 bilhões), com a produção de peixes cultivados em 54,1 milhões de toneladas (US\$ 138,5 milhões), em suma, a contribuição da aquicultura para o mundo combinada com produção de pesca de captura aumenta continuamente (FAO, 2018).

A demanda mundial por pescados vem crescendo de forma acelerada em decorrência do aumento populacional e da busca por alimentos mais saudáveis, devido ao acréscimo do consumo de carnes brancas com baixos níveis de gordura. Evidenciando vantagens na eficiência de prevenção de várias doenças, além de ser uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, facilmente digeridas, com aminoácidos e gorduras importantes (como ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa), vitaminas (D, A e B) e minerais (incluindo cálcio, iodo, zinco, ferro e selênio). Representa para 3,1 bilhões de pessoas, quase 20% de sua média de ingestão *per capita* de alimento de origem animal, tornando-se uma das *commodities* alimentícios mais comercializados em todo o mundo (FAO, 2016).

A expectativa é que o desempenho da piscicultura mantenha o crescimento com aumento do consumo interno na faixa dos 10 kg/hab/ano no Brasil, recomendação de 12 kg/hab/ano pela FAO, enquanto a média mundial é superior a 20 kg/hab/ano (PEIXE BR, 2019). Portanto, em termos *per capita*, o consumo de peixe possui uma taxa média cerca de 1,5% ao ano, onde estimava 9,0 kg no ano de 1961 para 20,2 kg em 2015, com presunções preliminares

entre 2016 e 2017 de um crescimento adicional, com cerca de 20,3 e 20,5 kg, respectivamente (FAO, 2018).

Devido à esta crescente demanda por pescado, a atividade de pesca não sustentável (organismos aquáticos retirados da natureza sem prévio cultivo), desrespeita muitas vezes os ciclos naturais de reprodução e reposição dos estoques das espécies aquáticas, tornando a captura limitada e ineficiente para atender às necessidades globais. Portanto, a aquicultura (processo de produção em cativeiro) (BEZERRA et al., 2014) representa uma alternativa para auxiliar na produção que, de acordo com a perspectiva, entre 2020 e 2021, a produção global de peixes de cultivo ultrapassará a produção de peixes de captura (PEIXE BR, 2019). Espécies de água doce, como carpa e tilápia, serão responsáveis pela maior parte do aumento da produção aquícola e representarão cerca de 60% do total em 2025 (FAO, 2016).

O Brasil possui enorme potencial para a aquicultura e entre as características que propiciam o bom desenvolvimento da atividade destacam-se o amplo reservatório natural de água doce, extensa costa e o clima favorável à produção de organismos cultivados, além da grande variedade de espécies nativas. Contudo, o aproveitamento desses recursos para a produção aquícola ainda está muito abaixo de seu potencial e a atividade ainda não está plenamente estruturada no país, havendo espaço para modernização e desenvolvimento tecnológico. Entretanto há entraves em obter licenças ambientais e assistência técnica, resultado do manejo inadequado e falta de estabilidade no mercado.

O país apresenta ocupa o 13º lugar no *ranking* dos maiores produtores de pescado do mundo, com mais de meio milhão de toneladas (FAO, 2018), na América Latina ocupa a 2ª posição. No entanto, a piscicultura brasileira cresceu 4,5% em 2018, terminando o ano com a produção de 722.560 toneladas cultivadas (PEIXE BR, 2019). Destaca-se a tilapicultura com 55,4% da produção total, representando 400.280 toneladas, ressaltando o Paraná, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Bahia os cinco estados líderes em produção, com 70,5% do total brasileiro (PEIXE BR, 2019).

A atividade aquícola está presente em todo o território nacional, de maneira significativa, sendo 455.541 estabelecimentos que investem na criação de peixes e camarões, liderado pela região Sul, com 273.015 estabelecimentos (60%), seguida pelo Sudeste (57.074), Nordeste (48.881), Norte (48.286) e Centro-Oeste (28.285) (PEIXE BR, 2018). A liderança da região Sul dá-se devido ao pioneirismo, ao crescimento e à vocação para a produção agrícola, atingindo a produção total de 198.600 toneladas em 2018 (PEIXE BR, 2019). O estado do

Paraná vem liderando nos últimos anos no Brasil, com 129.900 toneladas produzidas (PEIXE BR, 2019).

O Brasil apresentou um recente crescimento da produção aquícola devido a um cenário promissor, pela piscicultura ser uma atividade com grande potencial dado o amplo território, ao clima propício, à grande disponibilidade hídrica, ao forte mercado interno, à produção elevada de grãos e ao empreendedorismo dos produtores. Embora não esteja entre os principais produtores mundiais de pescado, o crescimento das últimas décadas na tilapicultura levou país ao posto de quarto maior produtor mundial de tilápias, atrás da China, Indonésia e Egito, contribuindo com 6,67% do total global (450.000 t), com cerca de 6 milhões de t/ano (PEIXE BR, 2018).

A liderança absoluta é da China, que produziu 1,86 milhões de toneladas de tilápia e deve atingir 1,93 milhões de toneladas, no ano de 2019 (PEIXE BR, 2019), sendo o principal produtor de peixe e desde 2002 também o maior exportador de peixe e produtos de pesca, atingindo US\$ 20,5 bilhões, com um aumento de 2% em relação a 2016; seguida da Noruega, Vietnã e Tailândia. Destaca-se também a União Europeia, Estados Unidos e Japão, representando aproximadamente 64% do valor total de importações mundiais de peixe e produtos da pesca em 2016 (FAO, 2018)

O comércio internacional de pescados vem se sobressaindo nas últimas décadas, por ser apontado como de ampla competição. Desse modo, a eficiência na dinâmica do comércio destaca os países desenvolvidos, que comercializam o pescado, principalmente entre si (FARIAS; FARIAS, 2018) e desempenham um papel essencial na promoção do consumo de peixe para humanos ou para fins não comestíveis, ligando países com ofertas comerciais de mercados próximos ou afastados, destacando pouco mais de 712 toneladas de tilápia apenas para os Estados Unidos, representando US\$ 5,5 milhões (PEIXE BR, 2019). Diante do relatório anual do Peixe BR (2019), globalmente, o mercado de peixe e produtos de pesca representam 9% do total das exportações agrícolas (excluindo produtos florestais) e 1% do comércio de mercadorias sob a forma de diferentes produtos para o consumo humano (filé, congelado, resfriado, seco ou vivo), sendo essenciais para a economia de muitos países.

Segundo Farias e Farias (2018) o desempenho no câmbio do Brasil é ineficaz e decadente, pois o pescado não é pauta no conjunto das exportações brasileiras, assim como a venda do produto para o mercado externo é inábil, permanecendo a própria produção voltada para o consumo dos estados brasileiros. O Brasil aumentou suas exportações em relação às décadas anteriores, representando uma saída de 32.417 toneladas de peixes congelados, frescos

e refrigerados em 2018, gerando receita de US\$ 136 milhões, na qual os acordos comerciais regionais contribuíram para este crescimento através do aumento da regionalização do comércio, fortalecendo a demanda e elevando os preços (PEIXE BR, 2019). Deste modo, o pescado brasileiro, ao ser empregado como uma estratégia de crescimento econômico para o setor aquícola no comércio internacional, expandirá as exportações e exercerá um efeito propagador sobre as atividades do mercado interno, como a ampliação e a criação de serviços, gerando emprego e renda para a população.

### 3.2 MANEJO ALIMENTAR

A piscicultura vem se configurando como uma atividade cada vez mais profissional, exigindo planejamento, conhecimento em gestão técnica e mercadológica. A escolha do sistema de produção está relacionada a fatores dependentes da disponibilidade de recursos financeiros, uso de tecnologia, disponibilidade de água, área e insumo, condições climáticas e características do mercado consumidor (KUBITZA, 2006).

No cultivo de peixes intensivo é necessário um acompanhamento rigoroso de parâmetros ambientais para uma produtividade significativa, com alimentação controlada por ração balanceada, como ocorre nos viveiros de recirculação de água com sistema fechado.

A alimentação é um dos fatores de maior impacto, tanto produtivo quanto econômico, para o sistema de produção animal da aquicultura, que dentre as etapas iniciais da cadeia produtiva, o principal insumo com o maior custo de produção é a ração, que pode representar até 70% do total (KUBITZA, 2000). A taxa de alimentação representa a quantidade de ração fornecida aos peixes e está diretamente relacionada com o uso de rações balanceadas nutricionalmente, com a qualidade compatível com as diferentes fases de desenvolvimento dos peixes, além de interagir com outros fatores como idade, espécies, temperatura da água e disponibilidade de alimento natural e qualidade da ração (FURUYA, 2010). O uso de rações balanceadas e de boa qualidade é fundamental para o alcance de altas taxas de produtividade, em função da melhoria da taxa de conversão alimentar e proporcionar alta digestibilidade (MINATO, 2016), ou seja, na produção animal a maximização produtiva pode ser obtida com adequado manejo alimentar.

Os produtores podem minimizar de forma significativa este custo com a adoção de um protocolo de manejo alimentar adequado, aliado à taxa e frequência alimentar ao sistema de produção (KUBITZA, 2000), o que contribui para reduzir o lançamento de efluentes no meio



ambiente. Segundo Barbosa, Neves e Cerqueira (2011), o nível de alimentação é a relação entre a quantidade de alimento a ser fornecida diariamente e a biomassa de peixe, podendo refletir na eficiência alimentar, no desperdício de alimento e, conseqüentemente, na razão custo/benefício da produção.

No manejo alimentar adequado a taxa de alimentação pode ser aumentada, resultando em melhor desempenho produtivo, com maior velocidade para chegar ao peso comercial. Por outro lado, a baixa taxa de alimentação afeta o metabolismo e ocasiona um desempenho produtivo menor, devido aos peixes assimilarem apenas as suas necessidades de manutenção, resultando em baixo ganho de peso (KUBITZA, 1999).

No entanto, o excesso de ração, pode alterar a velocidade de passagem do alimento no trato digestório, reduzindo a digestão e absorção de nutrientes, o que pode comprometer o desempenho, acarretando em desperdício de alimento, aumento dos custos de produção, prejuízo no desempenho zootécnico (RIBEIRO et al., 2012), aumento da incidência de doenças e mortalidade, além de provocar a eutrofização do ambiente aquático (MEURER et al., 2005).

Deste modo, a eficiência de utilização dos alimentos tem um efeito determinante sobre o custo da alimentação e a produção de resíduos. Assim, o controle apropriado do manejo alimentar torna-se um instrumento decisivo para a produção aquícola no espaço econômico e ambiental das operações de criação.

O acelerado desenvolvimento da aquicultura moderna tem originado um expressivo acréscimo dos impactos no ambiente, devido às descargas de abundantes quantidades de efluentes potencialmente poluidores, contendo alimentos não consumidos e fezes. A preservação ambiental associada à várias tecnologias de cultivo têm sido estudadas com o objetivo de reduzir a concentração de nutrientes dos efluentes de animais aquáticos (TROELL et al., 2009). Assim, é de extrema utilidade a implantação de sistemas de produção sustentáveis para maximizar o aproveitamento da água com mínimo impacto, sendo importante definir taxas de alimentação para a espécie, evitar desperdício de ração e também não deteriorar a qualidade de água, otimizando a relação custo/benefício para a sustentabilidade ambiental, econômica e social, o BFT (AVNIMELECH, 2012) representa uma opção que atende estes requisitos.

### 3.3 TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS (BFT)

O desenvolvimento e expansão da aquicultura levou a um aumento das preocupações dos impactos dos sistemas tradicionais de cultivo no meio ambiente, da limitação de água e do

elevado custo da terra para crescimento da atividade produtiva. Para reduzir o impacto ambiental o BFT tem sido promissor (AVNIMELECH, 2012), oferecendo uma ferramenta sustentável, que contempla simultaneamente os aspectos ambientais, sociais e econômicos (AVNIMELECH, 1999).

O BFT, também conhecido como *zero exchange, aerobic, heterotrophic (ZEAH) systems* ou apenas sistema de flocos microbianos, está em desenvolvimento desde os anos 80, com pesquisas nos EUA e Israel (HARGREAVES, 2013). O BFT é caracterizado por um sistema fechado de cultivo de organismos aquáticos, ou seja, a troca de água é mínima ou inexistente.

O BFT é considerado a nova "revolução azul", uma vez que auxilia em equilibrar a qualidade da água, pela absorção de compostos de nitrogênio que formam proteína microbiana, fortalecendo a nutrição dos animais, aumentando a viabilidade da cultura, reduzindo o índice de conversão alimentar e, conseqüentemente, diminuindo custos de alimentação, além de competir com agentes patogênicos.

O princípio básico do biofloco está na capacidade de reciclar e reutilizar a matéria orgânica do ambiente de cultivo. Há assimilação dos compostos nitrogenados (amônia) dissolvidos na água, como excretas do peixe e excesso de ração (os quais são tóxicos em concentrações altas, causando prejuízos ao produtor pelo aumento da mortalidade) por meio das bactérias heterotróficas que transformam o biofloco em alimento natural dentro do sistema, fornecendo uma fonte de proteína bacteriana *in situ* 24 h por dia, colhida por organismos capazes de obter alimento por meio da filtração da água, como exemplo a tilápia e o camarão. Isto reduz significativamente o uso de rações convencionais e os custos com alimentação (AVNIMELECH, 2007; AVNIMELECH, 2012; HARGREAVES, 2013).

Os microorganismos presentes no sistema são denominados de bioflocos, formados principalmente por agregados de bactérias, fezes, exoesqueletos, restos de ração e de animais mortos, rotíferos, protozoários, microalgas, cianobactérias e larvas de invertebrados (EMERENCIANO et al., 2007), que permanecem em suspensão por aeradores. No entanto, a qualidade nutricional dos bioflocos pode variar de acordo com a comunidade de microrganismos desenvolvidos no sistema (ROCHA, 2012) e é influenciado pela integração do sistema com a espécie produzida. Conforme Avnimelech (2007), a redução de 30% no fornecimento de ração convencional em BFT, não causou danos ao desenvolvimento dos peixes, percebendo que os flocos microbianos são um alimento atraente para os animais, com a possibilidade da redução das taxas de arraçoamento e das despesas com nutrição.

Para o bom desempenho do sistema é necessário que a coluna da água seja vigorosamente misturada para a homogeneização das camadas do estrato superior, rico em oxigênio dissolvido, e inferior, geralmente mais pobre, e seja aerada constantemente, para manter o material particulado em suspensão, garantindo os processos microbianos naturais. Segundo Sampaio, Tesser e Wasielesky Júnior (2010), o tipo de aeração pode determinar a uniformidade do tamanho dos flocos, bem como o equilíbrio entre suas taxas de agregação e fragmentação. O material particulado demasiado em suspensão na água pode comprometer os índices de crescimento e sobrevivência dos animais, como o aumento da demanda biológica de oxigênio e oclusão de brânquias dos animais cultivados (GAONA et al., 2017), sendo necessário um controle sobre a concentração destes, através do uso de clarificadores.

Realizar o controle da razão entre carbono e nitrogênio (C:N) dos cultivos é importante para a formação dos bioflocos, dando-se por meio da fertilização da água com fontes ricas em carbono orgânico, como melação, dextrose, farelos de trigo e arroz, farinha de mandioca, que segundo Wasielesky Junior et al., 2006, o ideal é próximo de 15 a 20:1.

Outra vantagem do BFT é a necessidade reduzida de água, que amortiza os custos com seu bombeamento, minimizando a introdução de patógenos procedentes da água externa, além de diminuir a emissão de efluentes e os impactos ambientais (AVNIMELECH, 1999; BURFORD et al., 2003). Avnimelech (2009), ressalta que o BFT é uma alternativa econômica por diminuir cerca de 30% das despesas com tratamento de água, se comparado com tecnologias convencionais utilizadas na aquicultura. Além disso, permite a utilização de altas densidades de estocagem, abrigando uma maior produção em uma menor área de cultivo, superando a dificuldade da falta de áreas para implantação de empreendimentos aquícolas (FÜLBER et al., 2009; AVNIMELECH, 2012; HARGREAVES, 2013). Porém são elevados os custos de instalação e operação. Deste modo, o cultivo com bioflocos ainda está em estudo de viabilidade econômica, pelo uso desta tecnologia estabelecer um maior investimento inicial e necessitar de treinamento para a utilização (BARROSO et al., 2018b).

Estudos em BFT têm sido realizados principalmente para cultivo de camarão e, em menor número, para o cultivo de peixes. Segundo Almeida (2012), a produção de camarões no sistema tem comprovado bons resultados em termos de biossegurança, produtividade e manejo dos recursos hídricos. Contudo, o biofoco apresenta-se como uma alternativa atraente para a criação da tilápia-do-Nilo, tendo em vista o hábito alimentar da espécie.

Estudos preliminares sobre o cultivo de tilápias no sistema BFT mostraram que os peixes se alimentaram mais em comparação aos animais cultivados em sistemas tradicionais

(AVNIMELECH; KOCHVA; DIAB, 1994) e que os bioflocos contribuem com 45% de ganho em peso a mais que no cultivo convencional (AZIM; LITTLE, 2008). Segundo Avnimelech (2007), os flocos microbianos podem representar cerca de 50% da alimentação das tilápias, reduzindo os custos de produção.

Crab et al. (2012) ressaltaram que o sistema de bioflocos para tilápia híbrida foi eficiente, conservando a qualidade da água, sobrevivência, além de ser fonte de alimento para os peixes. Liu et al. (2016) mostraram que o coeficiente de digestibilidade é maior que 60%, mostrando que a biomassa do bioflocos é um alimento com alta capacidade de aproveitamento pelos animais. Luo et al. (2014) acreditam que o sistema oferece um melhor crescimento para tilápias da linhagem GIFT comparando a um sistema de recirculação. E em um trabalho de Brol et al. (2017), a criação de tilápia-do-Nilo da linhagem GIFT apresentou melhor desempenho se comparado à tilápia da linhagem vermelha, em sistema de bioflocos. Crab et al. (2012) afirmam que tilápias cultivadas em tanques BFT crescem bem, tornando a ingestão de bioflocos um fator compensatório pela carência de proteína na ração.

A tecnologia se faz cada vez mais presente pelo mundo e já está sendo instalada em larga escala na Ásia, América Latina e América Central, associada à sistemas de estufa de menor escala (EMERENCIANO et al., 2013), desenvolvendo a cadeia produtiva, melhorando o bem-estar social por meio da redução dos preços de produção de peixes, beneficiando, assim, tanto o produtor, quanto o consumidor.

### 3.4 TILÁPIA-DO-NILO

Na tilapicultura, destaca-se a tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, e suas variedades, que são pertencentes à família dos ciclídeos e distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, apresentando viabilidade para a piscicultura mundial, em virtude dos altos índices de produtividade e adaptação às condições de cativeiro. São peixes endêmicos nativos do continente africano, originários da bacia do rio Nilo, cujas pesquisas para criação foram iniciadas no século XIX, no Congo Belga (atual Zaire), com o cultivo intensivo no Quênia e com expansão para outras partes do mundo a partir da Malásia (CAMPO, 2006). No início da década de 90, vários exemplares foram exportados do Egito, Gana, Quênia e Senegal para a Ásia, iniciando um programa de cultivo que teve grande êxito, gerando um melhoramento da espécie e difusão do cultivo para vários países do mundo (BEZERRA et al., 2014).

No Brasil, a tilápia foi introduzida, em 1971 (PINTO et al., 1989; CASTAGNOLLI, 1992), por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), visando o povoamento dos reservatórios públicos da Região Nordeste, difundindo-se para todo o país (CASTAGNOLLI, 1996). Apresenta-se como uma das espécies de grande importância econômica para o desenvolvimento da aquicultura nacional e mundial, principalmente em sistemas de produção em viveiro e em tanques-rede (FURUYA, 2010).

Hoje, a tilapicultura encontra-se estruturada, em maior ou menor grau, dependendo da região, evoluindo rapidamente para uma indústria consolidada com potencial de manter o mercado estabelecido e conquistar outros, dentro ou fora do país (BARROSO et al., 2018a). Esse crescimento vertiginoso no Brasil evidencia o potencial produtivo e o recente interesse de empresas do setor agropecuário, acreditando-se que o crescimento da piscicultura nacional e da tilápia pode amparar o estabelecimento de novas cadeias com outras variedades de espécies comerciais, como as nativas, destacando o tambaqui e seus híbridos, como as carpas e o pirarucu (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017), cujos pacotes tecnológicos para produção intensiva estão em fase de desenvolvimento.

O cultivo de tilápia é o mais importante dentre os cultivos aquícolas do Brasil em termos de volume produzido, e, devido à sua rusticidade, simplicidade tecnológica e geração de empregos, especula-se um forte impacto socioeconômico (BARROSO et al., 2018b), que representa um crescimento de 11,9%, com 400.280 toneladas, representando 55,4% da produção nacional total de peixes de cultivo, no ano de 2018 (PEIXE BR, 2019). Além disso, compõe o segundo grupo de espécies mais cultivadas em todo o mundo, ficando atrás apenas das carpas.

As tilápias estão presentes nos mais diversos mercados, sendo chamadas de “frango aquático” (SANTOS-FILHO et al., 2016) e encontradas em 145 países, em que 91% da produção mundial é de responsabilidade de dez países, onde o Brasil se diferencia, devido a 99% da produção atender, indústrias do mercado interno (BARROSO et al., 2018a).

A criação de espécies exóticas no Brasil mostra uma grande vantagem sobre as nativas, em relação ao conhecimento técnico-científico disponível, tanto no campo da biologia quanto nas tecnologias de produção. Este destaque deve-se, em grande parte, às características apresentadas por estes peixes e também por resultados de melhoramento genético, que produzem linhagens de tilápias com melhor conversão alimentar, maior ganho de peso diário e viabilidade na gestão econômica da produção. Devido a estes pontos e pela espécie participar de uma cadeia agroindustrial já constituída, a tilápia foi selecionada como objeto de estudo.

A tilápia é uma espécie que apresenta coloração cinza azulada, corpo curto e alto, cabeça e cauda pequena, com listras verticais na nadadeira caudal (MAPA, 2016), possui dentes rudimentares nos lábios, respiração branquial, intestino longo e o corpo coberto por escamas (OLIVEIRA et al., 2007). A temperatura ideal para seu crescimento varia entre 25 e 30°C, com prejuízos abaixo de 15°C e temperatura letal em torno de 9°C, isto é, aceita uma amplitude de temperatura (BEZERRA et al., 2014). Possui capacidade fisiológica de adaptar-se em diferentes ambientes e sistemas de produção, é resistente às doenças e ao manejo, suporta densidades de estocagem elevadas e baixos níveis oxigênio dissolvido. A tilápia é considerada o peixe do século 21, por possuir grande potencial no mercado por suas características desejáveis, como: rápido crescimento e rusticidade (CASTAGNOLLI, 1992), tolerância à uma ampla faixa de condições ambientais e precocidade sexual (EL-SAYED, 2006). Apresenta bom desempenho produtivo com carne saborosa de ótima qualidade, com baixo teor de gordura e calorias, com alto rendimento de filé e inexistência de espinhas intramusculares (JORY et al., 2000), característica que a torna apropriada para industrialização, possuindo elevado valor comercial no mercado consumidor regional e internacional (CASTAGNOLLI, 1992; ONO; KUBITZA, 2003).

Entre as espécies de água doce e de hábito alimentar onívoro, a espécie possui adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem aproveitar itens básicos da cadeia trófica e aceitar grande variedade de alimentos (EL-SAYED, 2006), promovendo a redução nos custos com a alimentação, pela possibilidade de incluir ingredientes de origem natural (PEZZATO et al., 2002).

O fato de poder ser desenvolvida em paralelo com a agricultura, com aproveitamento de terras inadequadas para o cultivo agrícola, desde que conte com uma fonte de água compatível, o cultivo intensivo contribui para o incremento da produção da tilápia no Brasil, como uma atividade interessante com a participação de pequenos e médios produtores rurais (BARROSO et al., 2018b). Além de complementar a renda e proporcionar uma alimentação sadia (FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008). Ainda, uma vantagem da tilápia em comparação com os potenciais substitutos vindos da pesca é o fato dela apresentar elevado valor comercial, custos de produção relativamente baixos, com preços de mercado mais estáveis com melhor remuneração, fatores que reprimem a incerteza do planejamento futuro de cada elo da cadeia produtiva, contudo, a variação dos preços é conforme a região, principalmente devido ao preço do custo de produção, mas também de acordo com o canal de venda.

As características citadas são de extrema relevância no contexto de produção comercial, associadas ao crescimento e intensificação dos cultivos, pela demanda de consumidores cada vez mais exigentes quanto às questões ambientais, utilizando então a tecnologia de BFT para atender essa questão de sistemas mais sustentáveis associados com a produção, auxiliando para alcançar segurança alimentar e produzir alimento proteico por métodos inovadores e que podem potencialmente desempenhar um papel humanitário crítico.

#### 4. ARTIGO 1 - FATORES DE VIABILIDADE EM SISTEMA DE BIOFLOCOS (BFT) NA PRODUÇÃO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*)

##### Fatores de viabilidade econômica em sistema de bioflocos (BFT) na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*)

###### Resumo

Este trabalho simulou fatores que interferem na viabilidade econômica da criação de tilápias em sistema de bioflocos. A proposta consiste em um projeto com 12 estufas (contendo tanques de 415 m<sup>3</sup> cada), sendo alojadas 55 tilápias/m<sup>3</sup>, com conversão alimentar estimada de 1,2:1, peso final de 800g e preço de comercialização de R\$ 4,65. Analisou-se indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), *Payback*, Taxa interna de retorno (TIR), *Payback* descontado, Índice de lucratividade e análises de sensibilidade. Após avaliação destes indicadores, observou-se que o empreendimento é economicamente viável, uma vez que o retorno do investimento se dá entre o quarto e quinto ano, com VPL de R\$ 59.792,94 e TIR de 17%, com custo de implantação e custos operacionais altos para a produção neste sistema. Variações no preço de comercialização, conversão alimentar e densidade de estocagem podem ter grande influência sobre a rentabilidade do empreendimento. A ração é um dos itens que mais interfere na viabilidade do sistema, pois representa mais de 70% dos custos de produção. Outro importante custo é com a energia, que representa 21,79%, e fontes alternativas como energias eólicas e solares devem ser consideradas, para que assim este sistema apresente uma maior segurança e retorno econômico.

**Palavras-chaves:** Bioflocos; Piscicultura; Tilápia; Viabilidade Econômica.

###### Abstract

This study was simulated the economic viability in the tilapia culture in the biofloc system. This purpose consist in a project of construction of 12 greenhouses (415 m<sup>3</sup> each), with stocking 55 fish/m<sup>3</sup>, with a food conversion of 1.2:1, final weight of 800g and commercialization price of R\$ 4.65. Analyzed indicators Net Value, Payback, Internal Rate of Return, canceled Payback, Profitability Index and sensitivity analyzes. After analyzing, if the enterprise is economically feasible, since the return of investment is between the fourth and fifth year, with Net Present Value of R\$ 59.792.94 and internal rate of return of 17%, with the implementation cost and the costs of the processes to produce this system small. Variations in market price, feed conversion and stocking density may increase the influence on the profitability of the enterprise. Feed is one of the items that most influences the viability of the system, since it represents more than 70% of production costs. Another important cost is with energy, which represents 21.79% of costs, alternative sources such as wind and solar energy should be.

**Keywords:** Biofloc; Fish farming; Tilapia; Economic viability.



## Introdução

A aquicultura é uma das atividades de produção de proteína animal no mundo com maior crescimento nos últimos anos. Além disso, vem sendo apontada como uma atividade de relevância socioambiental por seus potenciais benefícios, bem como pelo valor para a segurança alimentar e com grandes impactos econômicos, por meio da geração de emprego e renda (FAO, 2018).

Na criação de peixes, as tilápias lideram a produção em volume, representando mais de 50% do total cultivado (PEIXE BR, 2019). Dada à importância dessa indústria, que atrai inúmeros investidores, desde grandes e médios empresários a pequenos produtores, o conhecimento da estrutura dessa cadeia produtiva se torna estratégico para o seu planejamento ordenado e bem-sucedido (BARROSO et al., 2018a). Contudo, para obter os lucros esperados, deve-se empregar métodos baseados em princípios científicos, ecológicos e econômicos, onde projetos executados sem as devidas análises financeiras podem inviabilizar o sistema. Especificamente, identificar os itens relevantes dos custos na atividade, bem como a rentabilidade no ciclo de produção são análises fundamentais para obter sustentabilidade e competitividade no setor (SABBAG et al., 2007).

O estudo da viabilidade econômica é uma ferramenta fundamental do planejamento, que reúne as variáveis do negócio. Fornece indicadores para que ações assertivas sejam tomadas, auxiliando o agente nas decisões cruciais, como investir em determinado empreendimento, analisando diferentes fatores de sensibilidade, entraves e fatores críticos de desenvolvimento no contexto mercado e implantação, gestão de riscos e cálculos financeiros (ARAÚJO et al., 2011).

Pesquisas estão oferecendo maior suporte ao desenvolvimento de diferentes técnicas de manejo e produção intensiva, de modo que potencialize a produção de pescados, com reduzido impacto ambiental e otimização da relação custo/benefício. Neste sentido, a tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology System* – BFT) é promissora, consistindo em um sistema de produção, com mínima renovação de água, que estimula o crescimento da comunidade microbiana e resulta em uma fonte de alimento natural para as tilápias do cultivo, reduzindo significativamente o uso de rações convencionais e custos para alimentação (AVNIMELECH, 2007). Todavia, ainda há poucos estudos de viabilidade econômica para a produção de tilápia neste sistema, já que esta tecnologia demanda maior investimento inicial (BARROSO et al., 2018b) e alto custo operacional, com mão-de-obra qualificada.

Diante deste cenário de busca por sistemas alternativos de piscicultura e de desenvolvimento sustentável no setor agropecuário, objetiva-se analisar fatores que interferem no desenvolvimento do sistema BFT, por simulação de viabilidade econômico-financeira, de modo a colaborar com o planejamento e adequada tomada de decisão neste sistema de cultivo.

### Contexto do mercado e cenários da produção pesqueira no Brasil e no mundo

O crescimento da população mundial para 9 bilhões de pessoas no ano de 2050 (FAO, 2018), a preocupação com a segurança alimentar e o comprometimento cada vez mais claro em relação à sustentabilidade ambiental estão entre os principais desafios das próximas décadas. A produção de piscicultura, que teve seu início na atividade de pesca, encontra-se hoje em estagnação, devido, principalmente, à superexploração dos estoques pesqueiros, acabando por

encontrar na aquicultura o recurso para a continuidade do crescimento sustentável (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

A aquicultura é uma das atividades na esfera produtora de alimentos e do agronegócio que mais cresce mundialmente, por ser uma importante fonte de renda e de proteína animal, com papel proeminente na segurança alimentar (FAO, 2011). A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) evidencia o crescimento da aquicultura com um recorde histórico de 110,2 milhões de toneladas, representando 80 milhões de toneladas de peixes no mundo (US\$ 231,6 bilhões), com a produção de peixes cultivados em 54,1 milhões de toneladas (US\$ 138,5 bilhões). Em suma, a produção global aquícola ultrapassará a produção de peixes de captura nos próximos anos e as espécies de água doce, como carpa e tilápia, serão responsáveis pela maior parte do aumento da produção e representarão cerca de 60% em 2025 (FAO, 2016).

Neste contexto, o setor conferiu ao Brasil um crescimento de 4,5%, com o total de 722.560 toneladas de peixes de cultivo em 2018. Devido ao clima propício, grande disponibilidade hídrica, com forte mercado interno, produção elevada de grãos e ao empreendedorismo dos produtores. Destacando a tilapicultura com 55,4% da produção total no país (400.280t), alavancando ao posto de quarto maior produtor mundial. (PEIXE BR, 2019).

A piscicultura está presente em todo o território nacional e a liderança da região Sul dá-se principalmente devido ao pioneirismo, ao crescimento e à vocação para a produção agrícola dos estados, atingindo o total de 198.600 toneladas em 2018, representando 27,5% da produção nacional (PEIXE BR, 2019). Ressaltado pelo excelente desempenho, o estado do Paraná vem comandando a produção brasileira, com 123.000 toneladas (PEIXE BR, 2019).

### **Consumo do pescado**

Devido ao aumento populacional e à mudança de hábitos alimentares com interesse por carnes brancas, a demanda por alimentos mais saudáveis tem crescido de forma acelerada, destacando a proteína de peixe. O pescado é um alimento de fácil digestão de contribuição dietética significativa e eficaz na prevenção de várias doenças. É uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, fonte de ácidos graxos importantes (ômega-3 e ômega-6), vitaminas (D, A e B) e minerais (incluindo cálcio, iodo, zinco, ferro e selênio). Uma porção de 150 g de peixe fornece cerca de 50 a 60% da proteína diária necessária de um adulto (FAO, 2018). Representa para, aproximadamente, 3,1 bilhões de pessoas 20% de sua média de ingestão *per capita*, tornando-se um dos alimentos mais comercializados em todo o mundo (FAO, 2016).

O peixe é um alimento versátil e com variedade de espécies que podem ser preparadas de diversas maneiras, destacando o processamento de congelamento (FAO, 2018). Entretanto, uma parte ainda é utilizada para fins não alimentares a partir de subprodutos, como a farinha e óleo de peixe, materiais para alimentação direta na aquicultura, como iscas, usos em produtos farmacêuticos e para fins ornamentais.

A cadeia da aquicultura vem se destacando nas últimas décadas, pois está inserida entre as quatro maiores fontes de proteína animal para o consumo humano. O aumento do consumo médio anual de peixes é 3,2% desde 1961, ultrapassando o crescimento populacional de 1,6% (FAO, 2018), e a expectativa é que, o desempenho da piscicultura mantenha o crescimento em 2019, com aumento do consumo interno na faixa dos 10 kg/hab/ano no Brasil, enquanto a média mundial será superior a 20 kg/hab/ano (PEIXE BR, 2019). O crescimento do consumo foi

fomentado não só pelo aumento da produção, mas também por uma combinação de muitos outros fatores graças ao desenvolvimento da aquicultura, como o avanço profissional na gestão das pescas, incluindo redução de desperdício, melhores canais de distribuição e demanda crescente, ligada ao aumento da renda, urbanização e melhor expectativa de vida.

### **Perspectivas, tendências e questões emergentes**

A aquicultura tem sido classificada como a nova fronteira mundial na geração de alimentos. Entretanto no Brasil, no que tange à produção de peixes, seu desempenho perdura aquém do acreditado, proporcionando baixa inserção no eixo de mercado internacional. Por conseguinte, planejar políticas públicas com legislação objetiva e entidades governamentais agilizando os processos do uso da água (outorga) e emissão de licenças ambientais (BARROSO et al., 2018a) são imperiosos para a evolução do setor, da produção e do consumo do peixe (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

A efetividade das ações para fomentar a produção, o processamento e a comercialização do pescado, com conseqüente aumento do consumo nacional, envolvem a sensibilização de todos os elos da cadeia produtiva. Verificou-se que existe uma tendência de aumento da produtividade nos sistemas de criação, por meio de melhor adequação das tecnologias e do trabalho em conjunto entre produtores, instituições de pesquisa, extensão e fomento (BARROS; MARTINS; SOUZA, 2011).

Para alcançar estas perspectivas, linhas de ações devem ser implantadas com foco na educação do consumidor e produtor, tais como: a criação de novos meios de comunicação, a partir de ferramentas virtuais para publicar conteúdos diversos, como receitas, características e benefícios do pescado na saúde. Treinamentos presenciais, com cursos, seminários e ensino à distância, oferecem maior profissionalização ao conhecimento técnico-científico, formando pessoas qualificadas para vistoriar os empreendimentos. A realização de feiras e eventos para troca de experiências, como oportunidades de contato entre produtores, técnicos e consumidores, exemplo das campanhas de apresentação e degustação da tilápia, e, a iniciativa do “Dia Estadual do Peixe” e/ou a campanha da “Semana do Peixe”, que têm como objetivo comercializá-lo ainda vivo, levando informações sobre o seu cultivo e, assim, contribuir para o aumento do consumo, para a aproximação dos agentes da cadeia, resultando em troca de experiências, discussão de políticas e apresentação de tecnologias.

Outra área evidente está na corporação, promovendo estratégias de *marketing* de produtos considerando o incentivo ao consumo interno, para gerar competitividade das empresas com novas oportunidades de comercialização e subsídios para o desenvolvimento de novos produtos, além da elaboração de agenda de ações e perspectivas, que poderão servir de orientação nas estratégias a serem adotadas pelo setor (PEIXE BR, 2019). Da mesma forma, aplicar pesquisas em boas práticas de produção, fomentar a inovação e à gestão dos negócios por meio de tecnologias de manejo alimentar e aproveitamento de matérias-primas disponíveis na região para rações de melhor preço e qualidade e o planejamento para reduzir os custos, estabelecem um modelo sustentável e lucrativo de mercado.

Empresas preocupadas com o meio ambiente tornam-se novos eixos de mercado na produção verticalizada, ou seja, propõem-se a completar todo o ciclo produtivo e, além de produzir o pescado, tais empreendimentos geram farinha de peixe para a fabricação de ração animal, produção de óleo e a produção de derivados dos resíduos resultantes da filetagem,

inovando com praticidade e portando rótulos com selo de consciência ambiental. Gargalos de comércio investem em agregar valor nos processos de suas matérias-primas, como a industrialização da tilapicultura gerando múltiplas opções de consumo além do filé fresco e congelado como ingrediente principal de pratos, comercializando produtos como hambúrgueres, *nuggets*, empanados, espetinhos, petiscos, defumados e salgados, embutidos, além da produção de couro na confecção de vestuário e diversos acessórios como bolsas, sapatos e cintos.

Considerando o mercado, os fatores de oportunidade precisam ser observados para a tomada de decisão sobre a quem atender ou produzir, levando em conta a capacidade de investimento, a estrutura da propriedade e a oportunidade de negociar (HEIN; BRIANESE, 2004), sendo importante o mercado regional para a sustentabilidade da atividade, uma vez que reduz o preço ao consumidor pelo encurtamento da cadeia (BARROSO; PICINATO; MUNOZ, 2017). Os diferentes canais de comercialização de forma geral, frigoríficos, pesque-pague e exportação apresentam tendências ao exigir peixes com características zootécnicas específicas e sua distribuição é realizada principalmente pelas redes de supermercados e *food service*, e geralmente o atacado vende seus produtos para restaurantes, feiras e pequenos mercados.

Para tanto, é necessário desenvolver tecnologias de produção e processamento, com ganhos de produtividade e eficiência intensiva de peixes com maior otimização por área, minimizando os custos de produção e de investimento, permitindo uma oferta de preço acessível ao consumidor final e que, ao mesmo tempo, seja remunerado de forma justa os segmentos de produção, processamento e distribuição, ou seja, para todos os elos da cadeia a jusante.

### **Características da tilápia-do-Nilo**

A tilapicultura tem modificado o cenário da piscicultura no Brasil, por manter-se presente em todas as regiões e ser a espécie de cultivo mais comercializada, posicionando o país no quarto lugar entre os maiores produtores mundiais de tilápia, atrás da China, Indonésia e Egito, contribuindo com 6,67% do total (PEIXE BR, 2019).

Hoje, a tilapicultura encontra-se estruturada, evoluindo rapidamente para uma indústria consolidada com potencial de manter o mercado estabelecido e conquistar outros, dentro ou fora do país (BARROSO et al., 2018a). Esse crescimento vertiginoso no Brasil evidencia o potencial produtivo e o recente interesse de empresas do setor agropecuário, acreditando-se que o crescimento da piscicultura nacional e da tilápia pode amparar o estabelecimento de novas cadeias com outras espécies de empenho comercial, como as nativas, cujos pacotes tecnológicos para produção intensiva estão em fase de desenvolvimento (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

O cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) é o mais importante dentre os aquícolas em termos de volume produzido, com 400.280 toneladas, representando 55,4% da produção nacional total de peixes de cultivo em 2018 (PEIXE BR, 2019), e, devido à diversificação de produtos de alta qualidade, aceitação no mercado interno com atendimento a diversos públicos, aliado à capacidade de gerar empregos e promover o desenvolvimento (BARROSO et al., 2018a), especula-se um forte impacto socioeconômico (BARROSO et al., 2018b).

As tilápias estão presentes nos mais diversos mercados, sendo chamadas de “frango aquático” (SANTOS-FILHO et al., 2016) e encontradas em 145 países, estes que diferenciam do Brasil pela sua orientação de comércio, devido a 99% de a produção nacional atender,

sobretudo, indústrias do mercado interno (BARROSO et al., 2018a), aliadas à dificuldade para exportação (BARROSO; PICINATO; MUNOZ, 2017). Contudo, o comportamento do varejo nacional mostra que problemas relacionados a logística e comercialização são as prováveis causas no aumento dos preços do filé e tilápia inteira. Conforme o Informativo de Mercado da Tilápia o valor médio da tilápia para o consumidor brasileiro em 2016 foi de R\$13,75 e o filé R\$35,94, preço considerado elevado se comparado ao valor das demais carnes, especialmente o frango (BARROSO; PICINATO; MUNOZ, 2017).

O cultivo de tilápia apresenta excelente índices de desempenho, o que possibilitou a expansão do cultivo para muitas regiões do país. Esta que é uma espécie onívora que aceita com facilidade vários tipos de alimentos, apresenta boa rusticidade, fácil domínio da sua reprodução e com bom rendimento de filé (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Trata-se de um peixe com características singulares, quanto à adaptação em diferentes sistemas de cultivo e regiões geográficas, com grande persistência a alterações ambientais (BARROSO et al., 2018a), resistência à doenças e tolerância por altas densidades, o que a tornou rapidamente a espécie preferida e mais empregada nos diferentes sistemas de produção, além de ser muito apreciada pelos consumidores por apresentar carne de excelente qualidade e sem espinhas intramusculares (FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008).

Pelas condições ambientais favoráveis e riqueza de recursos hídricos no país, a tendência é que, a tilápia se torne uma indústria robusta, passando a ganhar ainda mais espaço na produção nacional, por meio da busca de inovações no mercado interno, bem como para o mercado externo, contribuindo para a segurança alimentar e ambiental, além do crescimento econômico regional (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

### **Tecnologia de bioflocos (BFT)**

A aquicultura continental no Brasil já é consolidada e alguns estudos vêm sendo realizados para intensificar, de maneira sustentável, essa atividade com sistemas de recirculação, que são projetados para possibilitar um maior aproveitamento da área de produção, maximizando o uso das estruturas e respeitando a legislação ambiental, com redução de demanda no abastecimento externo de água. Bem como possibilitar o isolamento da criação, o que permite a exclusão de parasitas, predadores e competidores indesejáveis (CREPALDI et al., 2006), permitindo produção em regiões onde a água é escassa e diminuindo a emissão de efluentes, evitando a contaminação de solos e mananciais, com consequente redução do impacto ambiental. Desta forma, a necessidade de novas tecnologias se faz cada vez mais presente, levando a um aumento das preocupações dos impactos dos sistemas tradicionais de cultivo ao meio ambiente.

Contudo, ao demandar novas estratégias e alternativas para alcançar a sustentabilidade, intensificando o cultivo, maximizando a utilização de água e nutrientes, reduzindo os impactos ambientais e melhorando os índices produtivos (HU et al., 2015) a tecnologia do sistema de bioflocos (BFT) tem sido promissora ao oferecer uma ferramenta tecnológica de aquicultura sustentável, que contempla simultaneamente os aspectos ambientais, sociais e econômicos (AVNIMELECH, 1999).

Agregando neste sentido, a tecnologia de cultivo em bioflocos ou “BFT” (da sigla em inglês “*Biofloc Technology*”), é um sistema fechado de cultivo de organismos aquáticos (CRAB et al., 2012; WASIELESKY et al., 2013) com troca mínima de água (EMERENCIANO;

GAXIOLA; CUZO, 2013), com o objetivo de diminuir o descarte de efluentes, melhorar a biossegurança nos cultivos além de aumentar as produtividades (AVNIMELECH, 2012). Também é considerada a “revolução azul”, por preconizar uma máxima produção com baixos impactos ambientais, trabalhando com nenhuma ou mínima troca de água, (WASIELESKY JUNIOR et al., 2006) e com um crescimento sinérgico entre peixes/camarões e comunidade de microrganismos (EMERENCIANO et al., 2013), aumentando a produtividade, se tornando alternativa atraente para a criação da tilápia-do-Nilo, tendo em vista o hábito alimentar da espécie. O sistema de bioflocos representa uma forma de otimizar a produção e aumentar a eficiência na fase pré-engorda de tilápias (DURIGON et al., 2017).

O princípio básico do BFT está na capacidade de reciclar e reutilizar a matéria orgânica do ambiente de cultivo, por meio da assimilação dos compostos nitrogenados dissolvidos na água, incorporando a amônia excretada pelos organismos cultivados em biomassa microbiana (AZIM; LITTLE, 2008). Por meio das bactérias heterotróficas, estimuladas pela relação equilibrada de carbono e nitrogênio (C:N) na água (CRAB et al., 2012), essa relação que é conseguida através da fertilização de fontes orgânicas de carbono, como melaço, farelos de trigo e arroz, farinha de mandioca, que acabam criando um ambiente favorável para o desenvolvimento de uma série de microrganismos que servem de alimento natural dentro do sistema, fornecendo uma fonte de proteína bacteriana 24 horas por dia, podendo assim reduzir significativamente os níveis proteicos usados nas rações convencionais (AVNIMELECH, 2007; AVNIMELECH, 2012; HARGREAVES, 2013). Os microorganismos presentes no sistema são formados principalmente por agregados de fezes, exoesqueletos, restos de ração, fitoplâncton, protozoários, nematoides, rotíferos, entre outros, além de uma diversa comunidade microbiana, tais como bactérias heterotróficas (EMERENCIANO et al., 2007), mantidos em suspensão na coluna d'água por constante suspensão de aeradores (CRAB et al., 2012; RAY et al., 2010).

Sendo assim, o sistema de bioflocos proporciona um conjunto de benefícios ao ser aplicado na produção aquícola, com o aspecto nutricional, pela disponibilidade contínua de alimento, reduzindo o índice de conversão alimentar e quantidade de proteína nas rações e consequente diminuição nos custos (CRAB et al., 2012; AVNIMELECH, 2009). Também proporciona biossegurança, com cultivos fechados aumentando o controle do sistema; diminuição ou isenção da renovação de água, amortizando os custos do produtor com seu bombeamento, minimizando a competição biológica com patógenos e a consequente inibição da atuação destes, além de diminuir a emissão de efluentes e impactos ambientais (AVNIMELECH, 1999; BURFORD et al., 2003); aumento da produtividade com a utilização de altas densidades de estocagem, apresentando uma maior produção em uma menor unidade de cultivo de maior controle, superando a dificuldade da falta de áreas para implantação de empreendimentos aquícolas (FÜLBER et al., 2009; AVNIMELECH, 2012; HARGREAVES, 2013).

Avnimelech (2009), acrescenta que BFT é uma alternativa econômica por diminuir cerca de 30% das despesas com tratamento de água, se comparado com tecnologias convencionais utilizadas na aquicultura. Entretanto, o alto investimento inicial, mão-de-obra qualificada (BARROSO et al., 2018b) e o custo operacional, são as principais limitações de desenvolvimento deste sistema alternativo inovador e tecnológico.

## Metodologia

O Plano de Negócio apresenta um estudo da viabilidade de implantação de um empreendimento aquícola, para criação de tilápias em sistema de Bioflocos (BFT), caracterizando-se como uma alternativa diferenciada para produção intensiva de peixes, com um enfoque especial ao meio ambiente.

A estrutura do empreendimento soma-se ao pacote tecnológico, como estratégia para minimizar os custos de produção, promover crescimento regional e qualidade de produto, gerar emprego e renda no meio rural, além da sustentabilidade ambiental. O desenvolvimento do projeto leva em conta os desafios de mercado, mediante controles de investimentos, custos variáveis, custos totais e fluxo de caixa, cujo *superavit*, será a base para alavancar o negócio, agregado ao eixo dos clientes em potencial de mercado, os frigoríficos da região.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram provenientes de publicações, periódicos, artigos científicos e fontes oficiais, como FAO (*Food and Agriculture Organization of United Nations*), Peixe BR (Associação Brasileira de Piscicultores), Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e Bolsa do Peixe, além de indicadores mediante visitas técnicas, que concederam informações referentes a preços praticados atualmente no mercado.

O estudo de análise financeira baseou-se em simulações de dados de viabilidade econômica, considerando projeção de receitas, custos e investimentos, com o objetivo de avaliar o sistema tendo em vista o orçamento para a implementação, a vida útil e o tempo de retorno do dispêndio. A avaliação financeira do cultivo da tilápia-do-Nilo no sistema de BFT deu-se por meio de previsões de investimentos em ativos, de vendas, preços, custos e despesas de forma mais realista a acurada possível, e de indicadores de Investimento Inicial, Depreciação, Custos Totais (custos variáveis diretos, custos variáveis indiretos, custos fixos), Receita Líquida e Fluxo de Caixa.

O fluxo de caixa são valores expressos monetariamente que refletem os recursos e produtos durante um determinado horizonte de vida útil do projeto, constituído de fluxos de saída e de entrada, formado por despesas de investimento, despesas operacionais, e pela venda dos produtos diretos obtidos com o projeto, respectivamente. O horizonte do projeto foi estimado em 10 anos, sendo que o investimento ocorre no ano zero e demais fluxos de entrada e saída ocorrendo ao longo dos anos, sendo considerada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15%.

Os métodos de avaliação do projeto de investimento foram:

- Valor Presente Líquido (VPL): consiste em transferir para o instante atual todas as movimentações de caixa esperadas do projeto (receitas e despesas). A soma algébrica dos valores líquidos envolvidos nos períodos considerados, reduzidos ao instante inicial, descontados à mesma taxa de juros, considerada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA), (FRANCO; GALLI, 2007), resulta no VPL dos projetos de investimento, que deve ser aceito caso o resultado seja positivo e rejeitado quando for negativo.

- *Payback*: consiste na determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital seja recuperado por meio dos fluxos de caixa promovidos pelo investimento, ou seja, o tempo de recuperação do investimento.

- Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala, em determinado momento de tempo, as entradas com as saídas previstas de caixa, isto é, representa o retorno que o investimento terá.

- Índice de lucratividade (IL): mostra a capacidade do empreendimento em gerar lucros a partir do projeto desenvolvido, quando o  $IL > 1$ , o projeto é recomendado, pois a cada R\$ 1,00 investido você terá um retorno superior do que o seu investimento, já no caso em que o  $IL < 1$ , acontece o contrário, não haverá um retorno inferior ao seu investimento, por isso não se recomenda um projeto nesta condição.

- *Payback* descontado: o período de tempo necessário para recuperar o investimento, avaliando-se os fluxos de caixa descontados, ou seja, considerando-se o valor do dinheiro no tempo (LUNELLI, 2019).

## 1. Características técnicas

A espécie escolhida foi a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), da fase alevino até engorda, iniciando o cultivo com 343.750 peixes (1g), na densidade de 55 peixes por  $m^3$  (LIMA et al. 2015). Um dos componentes mais importantes para a determinação da viabilidade econômica da produção de peixes é a densidade de estocagem, portanto Lima et al. (2015), revelam que entre três densidades de estocagem de tilápia em sistema de bioflocos (15, 30 e 45 peixes/ $m^3$ ) com peso médio de  $123,0 \pm 0,6g$ , 45 peixes/ $m^3$  apresentou a melhor resposta, uma vez que foi possível atingir a maior produtividade e sobrevivência de 91%. Desta forma, a análise da produtividade e dos custos em diferentes densidades auxilia na tomada da decisão, podendo afetar os investimentos de produção, relacionados com as variáveis do desempenho produtivo e do ambiente estudado (BEZERRA et al., 2014).

O ciclo de produção do sistema perdura por 9 meses (1,25 ciclos/ano), à mortalidade de 10% (PÉREZ-FUENTES et al., 2016; LIMA et al., 2015), totalizando 309.375 peixes de 800 g ao término. A conversão alimentar média para os ciclos foi de 1,2 (LUO et al., 2014; BROL et al., 2017) com ganho de biomassa de 270.500kg/ciclo e consumo da ração de 330.000kg/ano. A quantidade de peixes para despescas no fim do ano permanece em torno de 386.719 (309.375 kg/peixe) e a despesca mensal totaliza com 42.969 peixes (34.375 kg de peixe). A produção é escalonada de tal maneira que a utilização das 12 estufas, vai aumentando de acordo com a produção e demanda.

## 2. Plano Financeiro

O plano financeiro foi criado com o objetivo de calcular qual o investimento necessário para iniciar as atividades do projeto.

### 2.1 Investimento Inicial

Em termos monetários, o investimento inicial representa a quantidade aplicada ao projeto piscícola, ao longo de sua vida útil, composto pelo projeto e licenciamento ambiental, compra do terreno, despesas na construção dos tanques, construção civil, instalações complementares, equipamentos e outros, somado a um total de R\$ 655.559,00, conforme mostra a tabela 1.

**Tabela 1.** Dados de Investimento Inicial da implantação do sistema de BFT

Item	Quant.	Valor un. (R\$)	Valor total (R\$)
Projeto	1	5.000,00	5.000,00
Licenciamento Ambiental	1	4.000,00	4.000,00
1. Terreno		-	-
1.1 Aquisição do terreno (ha)	1	40.000,00	40.000,00



2. Construção civil	-	-	-
2.1 Casas de bombeamento (16m <sup>2</sup> )	1	13.000,00	13.000,00
2.2 Rede Elétrica (m <sup>2</sup> )	290	26,00	7.540,00
2.3 Rede Hidráulica (m <sup>2</sup> )	2.300	18,33	42.159,00
3. Tanque	-	-	-
3.1 Geomembrana m <sup>2</sup>	5.000	40,00	200.000,00
3.2 Estufa m <sup>2</sup>	5.000	30,00	150.000,00
3.3 Soprador	6	2.000,00	12.000,00
3.4 Aerotube (m)	1.500	40,00	60.000,00
3.5 Monge	6	2.000,00	12.000,00
3.6 Construção dos viveiros (h máquina)	120	180,00	21.600,00
3.7 Construção dos canais	12	180,00	2.160,00
3.8 Comportas	12	3.500,00	42.000,00
4. Equipamentos	-	-	-
4.1 Oxímetro	1	5.000,00	5.000,00
4.2 pHmetro	1	500,00	500,00
4.3 Gerador de energia (25Kva)	1	25.000,00	25.000,00
5. Outros	1	10.000,00	10.000,00
5.1 Treinamento dos funcionários	8	450,00	3.600,00
<b>Total</b>			<b>655.559,00</b>

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Trata-se de um projeto de aquisição por um agricultor, que possui uma área de 1 ha de terra, no valor de R\$ 40.000,00, este podendo variar o preço de acordo com a região específica (INCRA, 2017). A área produtiva é constituída de casa de bombeamento e 12 estufas em operação, com dimensões de 415 m<sup>3</sup>/cada, alocadas em tanques escavados protegidos com geomembranas, compostos de monges e comportas para controle de entrada e saída de água. Para aperfeiçoar os resultados utiliza-se equipamentos para controle de qualidade da água, como oxímetro e pHmetro, sopradores e aerotubes para constante aeração dos viveiros, permanentemente ligados à energia elétrica ou gerador, como garantia do funcionamento permanente.

Mediante uma equipe de funcionários capacitados e treinados, os administradores do negócio devem estar em constante especialização, participando de treinamento, cursos de capacitação, seminários, congressos, promovendo assim maiores oportunidades de aperfeiçoamento, sob a supervisão de profissionais altamente qualificados.

## 2.2 Custos Fixos (CF)

Os valores marcados como custos fixos são formados basicamente pela mão-de-obra do empreendimento, um total de R\$ 198.000,00/ano, fracionado entre um gerente de operação, com salário mensal e encargos de R\$ 5.000,00; 5 servidores gerais diurnos, ao custo de R\$ 1.500,00/mês; 2 guardas noturnos, assalariados com R\$ 2.000,00 mensal; totalizando em 8 funcionários com jornada de trabalho 8 h/dia.

## 2.3 Custos Variáveis Direto (CVD)

São todos os dispêndios efetivos em dinheiro, para a operacionalização do empreendimento: insumos, manutenção dos equipamentos, etc. Para o insumo ração, considerou-se a alimentação quatro vezes ao dia, de acordo com as exigências nutricionais da fase do peixe, ao valor médio de R\$ 1,80/kg da ração (BOLSA DO PEIXE, 2019). Alevinos foram estimados ao valor do milheiro de R\$ 120,00, (BOLSA PEIXE, 2019). O preço da energia é significativo no custo do cultivo, totalizando R\$ 225.000,00/ano e a água com R\$ 5.000,00/ano. Como fonte de carbono foi escolhido o melão para proporcionar um aumento na relação C:N, para que assim ocorra a reciclagem dos nutrientes do sistema e formação do bioflocos, Avnimelech (1999), representando um custo de R\$ 5.000,00/ano. O Custo Variável Direto (CVD) totalizou em um gasto de R\$ 1.032.612,50/ano, de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2.** Dados do Custo Variável Direto do sistema de BFT

Item de despesa	Quant.	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Mensal (R\$)	Valor Anual (R\$)
Ração	33.0000	kg	1,80	61.875,00	742.500,00
Alevinos	343.750	un.	0,12	4.296,88	51.562,50
Análises em geral	1	-	300,00	31,25	375,00
Calcário	2.000	kg	0,05	9,38	112,50
Luz	300.000	kW	0,60	18.750,00	225.000,00
Água	10.000	l	0,40	416,67	5.000,00
Melão	2.000	kg	2,00	416,67	5.000,00
Combustível gerador	100	L	4,50	46,88	562,50
Outros	1	-	2.000,00	208,33	2.500,00
<b>Total</b>					<b>1.032.612,50</b>

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

#### 2.4 Custos Totais (CT)

A depreciação do negócio é marcada pelo custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis pelo desgaste físico ou perda de valor tecnológico, como os materiais adquiridos para a construção e execução do empreendimento, em um total de R\$ 32.722,95/ano.

Por fim, CT, sendo o somatório de todos os custos para elaboração e comercialização do produto e o gasto total do empreendimento, com os fatores de produção de CF e CVD e custo de depreciação dá-se o montante de R\$ 1.263.335,45.

#### 2.5 Rendimento

O preço da tilápia para o produtor varia conforme a região principalmente devido ao preço do custo de produção, mas também de acordo com o canal de venda, por fim adotou-se ao mercado com preço de R\$ 4,65/kg (BOLSA PEIXE, 2019), rendendo anualmente R\$ 1.438.593,75 e mensalmente o valor de R\$ 159.843,75.

#### 2.6 Simulações de cenário

Simularam-se três variáveis: Preço de Mercado (PM) para venda em frigoríficos, dividida em cenário negativo (R\$ 4,45) e cenário positivo (R\$ 4,85); Conversão Alimentar Aparente (CAA) caracterizada no cenário negativo e cenário positivo com 1,40 e 1,01,

respectivamente (PÉREZ-FUENTES et al., 2016) e Densidade de estocagem (D) dos peixes, negativo (50 peixes/m<sup>3</sup>) e positivo (60 peixes/m<sup>3</sup>).

### Resultados e Discussão

A aquicultura comercial é um sistema moderno de produção animal, com elevadas taxas de rentabilidade em comparação à outras alternativas de investimento. O mercado da piscicultura considera o modelo econômico a melhor ferramenta para o conhecimento de cultivo e produção, no qual aponta informações de capital efetivo, custo operacional sob condições variadas e a produtividade estimada (SABBAG et al., 2007), permitindo o criador e o intermediário conhecer se o projeto a ser implantado é economicamente viável.

A viabilidade econômica da aquicultura é decisiva para os agricultores, uma vez que fornece dados fundamentais para o processo de tomada de decisão e a implementação de ações gerenciais para a sustentabilidade do negócio (MUNOZ; BARROSO, 2018), identificando os itens mais relevantes e parâmetros que influenciam em sua rentabilidade (BRABO et al., 2013). Na análise econômica é apropriado gerar o levantamento das entradas e saídas, ou seja, os gastos envolvidos no investimento inicial, manutenções, assim como a receita gerada durante determinado intervalo de tempo, obtendo-se, dessa forma, o fluxo de caixa financeiro, o que permite o cálculo dos indicadores econômicos obtidos com a atividade (ARAÚJO et al., 2011).

A produção e seus coeficientes são informações fundamentais para realizar análises relevantes da estrutura da cadeia de valor (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017) e para tanto baseou-se nos fatores de viabilidade econômica com as variáveis de um cenário, nominado realista: preço de mercado (PM): R\$ 4,65; conversão alimentar (CAA):1.2; densidade (D):55 (px/m<sup>3</sup>) para estimar a viabilidade do empreendimento, como apresenta a tabela 3.

O projeto apresentou-se rentável e atraente, baseando-se na TIR 17% acima da TMA, VPL positivo igual a R\$ 59.792,94, mostrando que o empreendimento carece de pouco mais de 4 anos e meio para pagar o capital investido e o período de 8 anos para recuperar o investimento inicial. Segundo García-Ríos et al. (2019) o sistema de bioflocos apresenta vantagens sobre a cultura tradicional por melhorar os indicadores econômicos, da mesma forma, Luo et al. (2014) acreditam pela análise parcial do custo de produção, que é mais rentável cultivar tilápia usando BFT do que usando água clara.

Contudo, observam-se custos maiores de investimento inicial, sendo compensado pela maior produtividade em comparação aos sistemas convencionais. Portanto, há necessidade de superar alguns desses gargalos a fim de prosseguir com o desenvolvimento, havendo mudanças institucionais que suportem e apoiem o segmento produtivo e toda a cadeia de produção, inclusive com investimentos em ciência e tecnologia (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

**Tabela 3.** Simulações de cenário realista para o sistema BFT

Indicadores	Cenário realista
Investimento (R\$)	- 655.559,00
Receita (R\$)	1.438.593,75
TMA (%)	15
Período (anos)	10
VPL (R\$)	59.792,94

TIR (%)	17
PAYBACK (R\$)	4,60
Índice de lucratividade (R\$)	1,09
PAYBACK descontado (anos)	8,39

Fonte: Elaborada pelos autores (2019). Parâmetros: TMA: Taxa Mínima de Atratividade; VPL: Valor Presente Líquido; TIR: Taxa Interna de Retorno.

Dentre as principais métricas que devem ser utilizadas em análise financeira de projeto, a análise de sensibilidade possui ampla acuidade, auxiliando na tomada de decisão ao investir ou não em determinado projeto, produto ou empresa, bem como, indica o sucesso do investimento e os possíveis cenários de incertezas e riscos, identificando as potencialidades e as oportunidades de melhoria dentro do planejamento da atividade (SANTOS-FILHO et al., 2016). De acordo com Virgens et al. (2015) é importante analisar diferentes cenários com as variáveis que fazem parte do projeto ao qual se pretende investir, buscando analisar não apenas cenários otimistas, mas também os pessimistas para desta forma não haver imprevistos ao investir no projeto.

**Tabela 4.** Simulações de cenários em variáveis para o sistema BFT

Variáveis Cenários	Preço Mercado (R\$)		Conversão Alimentar Aparente (CAA)		Densidade (D)	
	Negativo <b>4.45</b>	Positivo <b>4.85</b>	Negativo <b>1.4</b>	Positivo <b>1.01</b>	Negativo <b>50</b>	Positivo <b>60</b>
VPL (R\$)	- 250.743,37	370.329,25	- 561.279,67	649.811,93	-234.275,53	353.861,42
TIR (%)	3,96	28,68	-18,0	38	4,77	28,10
PAYBACK (anos)	8,13	3,21	34,90	2,52	7,81	3,26
IL (R\$)	0,62	1,56	0,14	1,99	0,64	1,54
PAYBACK descontado (anos)	22,58	4,71	130,88	3,33	21,29	4,81

Fonte: Elaborada pelos autores (2019). Parâmetros: VPL: Valor Presente Líquido; TIR: Taxa Interna de Retorno; IL: Índice de Lucratividade.

De acordo com os resultados e situações contidas na tabela 4, percebeu-se que, as alterações nas variáveis de preço de venda, conversão alimentar e densidade de estocagem são fatores limitantes no investimento do projeto. O VPL sofre alteração para valores negativos ao analisar um cenário não favorável nas três variáveis, conseguinte avaliado como um projeto inviável (VIRGENS et al., 2015), pois o seu montante deve ser no mínimo igual a zero e na medida em que seu valor aumenta se revela mais atrativo, como ocorre nos cenários positivos. Analisando a TIR observa-se que de acordo com a piora geral dos cenários ocorre uma queda significativa na taxa, conservando-se abaixo da TMA e nas situações de melhora dos cenários conquista atratividade para o negócio, estando superior à taxa mínima requerida. A inclusão do cenário pessimista no PM (R\$ 4,45), CAA (1.4) e D (50 px/m<sup>3</sup>) mostra um retorno financeiro de maior tempo para ao executor, sendo menos apazível, entretanto nos cenários otimistas ao mercado, rendimento e produção o investimento se paga em menos tempo, sendo assim mais interessante e atraente.

Desta maneira, a lucratividade da atividade é crescente com o aumento da densidade, havendo diminuição do valor médio ou unitário do custo do quilo do peixe produzido

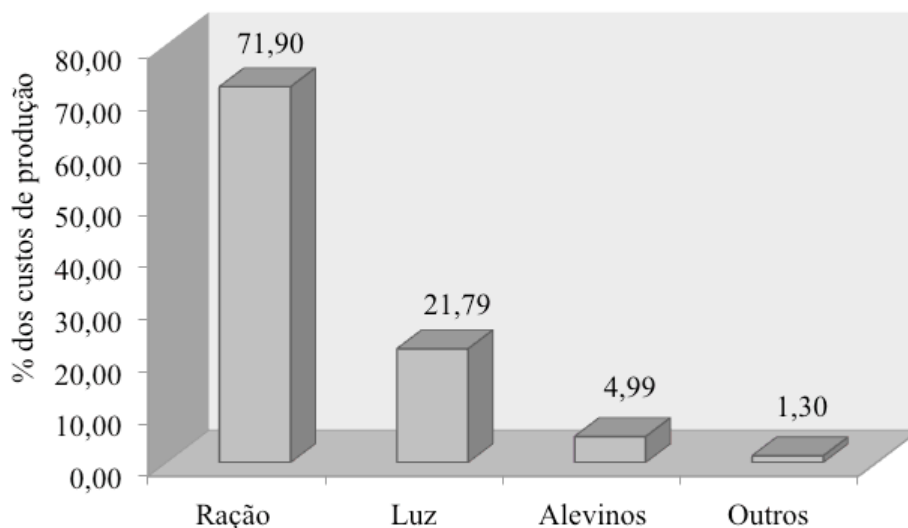
(GRAEFF, 2004), pelo fato de o sistema BFT utilizar densidade de estocagem elevada, equivalendo a uma produção maior que em sistemas tradicionais de tanque escavado.

O uso de rações balanceadas e de boa qualidade é fundamental para o alcance de altas taxas de produtividade, em função da melhoria da conversão alimentar e proporcionar alta digestibilidade (MINATO, 2016), notando-se que, a alimentação excessiva representa a ineficiência econômica na criação de tilápias, sendo a redução do nível de entrada de alimentação o método mais importante para aumentar o rendimento econômico (ZONGLI et al., 2017).

Também, é importante conhecer o mercado e a necessidade de fixação de preços, principalmente quando se utiliza um sistema de produção de alto custo (SANTOS-FILHO et al., 2016). A tilápia inteira geralmente vendida fresca ou resfriada, ao preço médio de R\$ 4,00 a 5,50/kg (BOLSA PEIXE, 2019) é o principal perfil de compra dos frigoríficos, do mesmo modo, por outros canais de varejo, como as feiras e supermercados, sendo posteriormente esviscerada e descamada pelos varejistas. Com rendimento de filé estimado entre 30 e 36%, o processamento representa importante adição de valor em comparação com o peixe inteiro (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017), que disponibiliza de um produto final com valor agregado entre frigoríficos.

Para a piscicultura ser uma atividade inserida em um mercado que geralmente se aproxima da competição perfeita, no qual o preço não é passível de ser formado por piscicultores individuais, resta incluir o controle de gestão dos custos de produção, uma vez que estes são fundamentais na lucratividade ou não do sistema produtivo (GERASSEV et al., 2013), em sistemas intensivos de criação de peixes a alimentação é o fator que representa a maior parte dos custos de produção, neste projeto pode se observar que a ração representa cerca de 71,9% dos custos variáveis diretos de produção (Figura 1).

**Figura 1.** Custo Variável Direto (CVD) para o sistema BFT



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A tilapicultura é caracterizada pelo alto consumo de rações balanceadas, no qual o custo de produção é acometido pelo preço da ração, devido a esta configurar o principal insumo (HEIN; BRIANESE, 2004), representando mais de 70% dos custos (KUBITZA, 2006).

Considerando a alimentação como um fator categórico na produção, os produtores podem minimizar de forma significativa este custo com a adoção de um manejo alimentar adequado e uso de rações balanceadas, com a qualidade compatível das diferentes fases de desenvolvimento dos peixes e com o sistema de cultivo utilizado (KUBITZA, 2003), o que contribui para reduzir o lançamento de efluentes no meio ambiente.

A nova tecnologia caracterizada na produção de tilápias em sistemas fechados, em uma pequena quantidade de terra, manipula menor quantidade de água, quando comparada com os sistemas convencionais, ou seja, na criação em sistemas de bioflocos, cujos cultivos são realizados praticamente sem renovação de água e com aproveitamento dos microrganismos como alimento natural, que além de melhorar os índices de produtividade, apresenta maior biossegurança (AVNIMELECH, 2009; KRUMMENAUER et al., 2016).

A formação dos bioflocos ocorrem a partir da mudança da razão C:N dos cultivos na água, que, ao adicionar a fonte de carbono (melaço), respeitando a proporção total de 20:1 (AVNIMELECH, 1999), proporciona o surgimento de bactérias heterotróficas, dando início à uma sucessão microbiana, que associados à alta movimentação de água os agregados ou bioflocos são formados (AVNIMELECH, 2009). Esses agregados são constituídos principalmente de bactérias, microalgas, fezes, protozoários, invertebrados, entre outros e uma vez formados eles servem de suplemento alimentar para os animais, além de assimilarem os compostos nitrogenados (amônia) presentes na água de cultivo, que são tóxicos aos peixes, convertendo o bioflocos em alimento natural fornecendo uma fonte de proteína bacteriana *in situ* 24 h por dia, auxiliando na qualidade da água, fortalecendo a nutrição dos animais, reduzindo o índice de conversão alimentar, amortizando significativamente o uso de rações convencionais e diminuindo os custos de alimentação (AVNIMELECH, 2007; AVNIMELECH, 2009; HARGREAVES, 2013).

A energia elétrica é indispensável para manter os flocos em suspensão no sistema, por meio da movimentação de água, como também para o incremento de oxigênio dissolvido, tendo o segundo maior custo do projeto. Contudo, para a manutenção do ecossistema com menores custos operacionais, é necessário desenvolver produções mais sustentáveis, com o uso de fontes de energia renováveis e “limpas” (energia solar e eólica), tornando uma nova alternativa para usos energéticos que ganham cada vez mais importância no quesito ambiental.

Como as demais atividades agropecuárias em geral, a piscicultura também padece da falta de organização - da produção à comercialização - sendo um fator de grande instabilidade na cadeia produtiva. Todavia, é um sistema marcado pela informalidade, devido à falta de informações precisas desde dados básicos das propriedades, registro de vendas, cadastro de compradores, até análises de mercado, planilha de custos, entre outros (HEIN; BRIANESE, 2004). Conforme Sidonio et al. (2015), o sistema agroindustrial de pescado brasileiro apresenta um impasse no elo de dimensionamento da escala de produção, o que inviabiliza plantas de processamento por carência do produto (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Sendo assim, controlar o desequilíbrio entre oferta e demanda das matérias-primas do produto, é uma barreira a ser solucionada à organização do setor pesqueiro, devido a abundante procura de alevinos e juvenis de peixe com qualidade, este acaba por gerar preços de venda elevados, por sua pequena disponibilidade ou até ausência (AYROZA et al., 2011), apresentando um custo operacional efetivo de 4,99% do total no cultivo em BFT (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2018).

Além da escala industrial do processamento dos produtos, precisam-se inserir novas tecnologias para aumentar a viabilidade e competitividade em pequena e média linha, estimulando a conquista de novos mercados e consumidores (YAMAGUCHI; BARRETO;

IGARASHI, 2008), tanto no mercado interno como no mercado externo (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Diversos obstáculos incluem barreiras técnicas que impõem restrições ao comércio exterior, tais como: as normas comerciais específicas de produtos, medidas sanitárias, regras de avaliação de conformidade, taxas alfandegárias, que contribuem para a perda ou dificuldade da comercialização do pescado (FAO, 2018).

Ademais, falta de treinamento e qualificação técnica ao longo de toda a cadeia produtiva (KIRCHNER et al., 2016), é uma das razões do abandono da atividade e também da preocupação com o progresso do conjunto da categoria na direção da profissionalização requerida (HEIN; BRIANESE, 2004), devendo-se por fim aumentar os investimentos com capacitação do piscicultor e qualificação da mão-de-obra (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Apesar do cenário crescente os principais gargalos no Brasil são divididos em questões que dependem de apoio governamental, e que se não discutidas e modificadas irão gerar mais insegurança ao criador e poderão trazer prejuízos ao sistema instalado. A discussão sobre a legislação ocorre em ambiente técnico o que precisa de mais apoio ao desenvolvimento de políticas públicas e implementação (FAO, 2018), por melhorias tecnológicas e estudos de fatores que influenciarão no custo do sistema e do manejo aquático.

Em relação aos limitantes, o desafio é a questão da dificuldade em obter as licenças ambientais das propriedades e outorga de água (BARROSO et al., 2018b), desde a necessidade de agilização da regularização ambiental dos empreendimentos (YAMAGUCHI; BARRETO; IGARASHI, 2008), até da criação de um sistema nacional de controle da sanidade aquícola (KIRCHNER et al., 2016), bem como, a obtenção de crédito por parte dos pequenos e médios produtores, restringindo a entrada de novos agentes e minimizando os investimentos privados no setor (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

## Conclusões

Pode-se considerar que o empreendimento em sistema de BFT é economicamente exequível, tendo em vista que o retorno dos investimentos ocorrerá do quarto para o quinto ano, com VPL de R\$ 59.792,94, TIR de 17%. Trata-se de um empreendimento de produção em grande escala, com alta produtividade em pequena área de cultivo com maior controle, gerando um menor impacto ambiental, devido a diminuição da renovação de água e redução da quantidade de proteína nas rações pela disponibilidade de alimento natural.

No entanto, parte significativa de sua renda compromete-se com os custos operacionais, resultando em uma receita de grande monta economicamente atrativa, com um retorno esperado dentre as estimativas dos cenários realista e positivo. A densidade, peso final e conversão alimentar dos peixes são variáveis que podem ser desenvolvidas, desde que, respeite a capacidade de suporte do sistema, criando possibilidades de elevação da receita gerada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de BFT.

As condições de comercialização influenciam muito no preço de venda, que por sua vez é o principal elemento que pode tornar viável economicamente ou não o empreendimento. Perante um mercado comprador definido, com preço estável, como os frigoríficos, o negócio torna-se mais lucrativo, gerando maior rentabilidade aos produtores. A ração e energia elétrica possuem maior participação dos custos do sistema, tornando-se itens relevantes para a gestão de produção, sendo necessário desenvolver pesquisas com estudos tecnológicos com enfoque

produtivo e ambiental, para reduzir os valores de produção podendo vender esse produto a um preço mais acessível ao consumidor final.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Palmeira das Missões.

### **Sistema de Classificação do *Journal of Economic Literature* (JEL)**

O13, O122 Q16, Q22, Q56.

### **Referências Bibliográficas**

- ARAÚJO, A. P. B. DE et al. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 377–382, 2011.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3–4, p. 227–235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1–4, p. 140–147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology Important fact to remember. **Manual**, p. 42, 2009.
- AVNIMELECH, Y. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. **World Aquaculture Magazine**, v. 34, n. 4, p. 19–21, dez. 2012.
- AYROZA, L. M. DA S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de Tilápia-do-Nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 231–239, 2014.
- 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, n. 1–4, p. 29–35, 2008.
- BARROS, A. F. DE; MARTINS, M. I. E. G.; SOUZA, O. M. DE. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada em Cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 3, p. 261–273, 2011.



- BARROSO, A. M.; PICINATO, R. B. M.; MUNOZ, A. E. P. O mercado da tilápia - 2º trimestre de 2017 e Análise da estrutura do preço da tilápia no varejo. Informativo Mercado da Tilápia 11, **Embrapa**, p. 10, 2017.
- BARROSO, R. M. et al. Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. **Embrapa** ed. Brasília (DF): 2018a.
- BARROSO, R. M. et al. Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil. **Embrapa**, p. 110, 2018b.
- BEZERRA, S. et al. Criação de tilápia em tanques. **Sebrae**, p. 1–28, 2014.
- BOLSA PEIXE, C. DA. **Cotação do Peixe**. Disponível em: <<http://www.bolsadopeixe.com.br/index.php>>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- BRABO, M. F. et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3, p. 57–64, 2013.
- BROL, J. et al. Tecnologia de Bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 230, 2017.
- BURFORD, M. A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1–4, p. 393–411, 2003.
- CRAB, R. et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356–357, n. August 2012, p. 351–356, 2012.
- CREPALDI, D. V. et al. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3, p. 86–99, 2006.
- DURIGON, E. G. et al. Bioflocos e seus benefícios nutricionais na pré-engorda de tilápias. **Aquaculture Brasil**, p. 50–54, 2017.
- EMERENCIANO, M. et al. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proxir analysis of biofloc. **Aquaculture International**, v. 21, n. 6, p. 1381–1394, 9 dez. 2013.
- EMERENCIANO, M. G. C. et al. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 29, n. 1, p. 1–7, 2007.
- EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZO, G. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. **Biomass Now - Cultivation and Utilization**, n.i, 2013.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to food security and nutrition for all**. Rome, Italy: 2016.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals**. Rome, Italy: 2018.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual. **Sober**, Rio Branco: 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/178.pdf>>.

FRANCO, A. L.; GALLI, O. C. Método para análise de investimentos: alternativa para classificação de projetos com prazo e volume de recursos diferentes. In: **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2007.

FÜLBER, V. M. et al. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 177–182, 2009.

GARCÍA-RÍOS, L. et al. Biofloc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: Emphasis on commercial applications. **Aquaculture**, v. 502, nov. 2018, p. 26–31, 2019.

GERASSEV, L. C. et al. Viabilidade econômica da utilização dos resíduos da bananicultura na alimentação de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 734–744, 2013.

GRAEFF, Á. Viabilidade econômica do cultivo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) em monocultivo em densidades diferentes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 678–684, 2004.

HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 4503, p. 1–12, 2013.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. Modelo Emater de produção de tilápia. **Emater**, 2004.

HU, Z. et al. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. **Bioresource Technology**, v. 188, p. 92–98, 2015.

INCRA. **Preços Referenciais de Terras e Imóveis Rurais**. p. 3, 2017.

KIRCHNER, R. M. et al. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 10, n. 2, p. 168, 2016.

KRUMMENAUER, D. et al. Survival and growth of *Litopenaeus vannamei* reared in BFT System under different water depths. **Aquaculture**, v. 465, p. 94–99, 2016.

KUBITZA, F. Larvicultura de Peixe Nativo. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 77, p. 47–56, 2003.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, p. 13–24, 2006.

LIMA, E. C. R. DE et al. Culture of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in biofloc system with different stocking densities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 948–957, 2015.

LUNELLI, R. L. **Análise de investimentos**. Disponível em: <<http://www.portaldecontabilidade.com.br/tematicas/analiseinvestimentos.htm>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

LUO, G. et al. 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, 20 fev. 2014.

MINATO, L. F. B. **Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia-do-Nilo em sistemas de bioflocos com dois níveis de proteína bruta utilizando dietas comerciais**. p. 42, 2016.

MUNOZ, A. E. P.; BARROSO, R. M. Economic viability of tilapia farming in northheats Brazil. **World Aquaculture Magazine**. 2018.

PEIXE BR. Anuário 2019. **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2019.

PÉREZ-FUENTES, J. A. et al. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. **Aquaculture**, v. 452, p. 247–251, 2016.

RAY, A. J. et al. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. **Aquaculture**, v. 299, n. 1–4, p. 89–98, 2010.

SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócios (online)**, v. 3, p. 86–100, 2007.

SANTOS-FILHO, L. G. DOS et al. Utilização De Indicadores De Viabilidade Econômica Na Produção De Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação: Estudo de caso de uma piscicultura de pequena escala em Parnaíba-PI. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 18, n. 4, p. 304–314, 2016.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada - **IPEA**, p. 42, 2017.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 16, n. 2, p. 177–201, 2018.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v. 35, n. January 2010, p. 421–463, 2015.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e Indústria no Brasil: inovação e competitividade**. 2017.

VIRGENS, A. P. DAS et al. Análise econômica e de sensibilidade em projetos de reflorestamentos no estado da Bahia. **Enciclopédia Bioesfera**, Goiânia-GO, v. 11, n. 21, p. 120–127, 2015.

WASIELESKY JUNIOR, W. et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1–4, p. 396–403, 2006.

WASIELESKY, W. et al. Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: Realidades e perspectivas. **Revista ABCC**, p. 30–36, jun. 2013.

YAMAGUCHI, M. M.; BARRETO, L. E. G. DE S.; IGARASHI, M. A. Estratégias para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil. UNOPAR, **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 7, p. 13–24, 2008.

ZONGLI, Z. et al. Economic efficiency of small-scale tilapia farms in Guangxi, China. **Aquaculture Economics and Management**, v. 21, n. 2, p. 283–294, 2017.

1       **5. ARTIGO 2 - DETERMINAÇÃO DE TAXAS DE ARRAÇOAMENTO NO**  
2       **CULTIVO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) EM**  
3       **BIOFLOCOS (BFT)**

4  
5       **Determinação de taxa de arraçoamento no cultivo de juvenis de tilápia-do-Nilo**  
6       **(*Oreochromis niloticus*) em bioflocos (BFT)**

7       **Resumo**

8       O sistema de bioflocos pode contribuir para a nutrição de tilápias por isso o correto  
9       manejo alimentar é de extrema importancia, principalmente em fases iniciais. Neste estudo  
10      foram avaliados os efeitos de diferentes taxas de arraçoamento para tilápias sobre o  
11      crescimento, a composição corporal, parâmetros bioquímicos e oxidativos em sistema de  
12      bioflocos (BFT). O experimento foi feito durante 28 dias com 144 juvenis de tilápia  
13      (12,06±0,16g). Os peixes foram estocados em sistema de BFT, composto por 12 tanques de  
14      30L, sendo alojados 12 animais por tanque. Os animais foram alimentados três vezes ao dia (8,  
15      12 e 18 h), com ração extrusada (36% PB), nas taxas de 2, 4, 6 e 8% da biomassa por dia. Ao  
16      final do experimento foi analisada a composição corporal, os parâmetros zootécnicos,  
17      bioquímicos e de estresse oxidativo. Observou-se influência na taxa de alimentação no  
18      desempenho dos peixes, onde não houve diferença entre as taxas de 4, 6 e 8% ( $P>0.05$ ). A  
19      conversão alimentar aparente piorou proporcionalmente ao aumento de oferta de ração. As  
20      taxas de alimentação não influenciaram na sobrevivência dos peixes. A proteína na carcaça foi  
21      maior no nível 8%, e a matéria seca mostrou crescimento de acordo com a taxa de arraçoamento.  
22      Os níveis de ração fornecidos influenciaram o conteúdo lipídico ( $P<0.05$ ), onde os níveis 6% e  
23      8% de arraçoamento apresentaram mais lipídeos na carcaça. Peixes alimentados com menores  
24      taxas (2% e 4%) apresentaram melhores parâmetros oxidativos, isso pode ter ocorrido devido  
25      ao consumo dos compostos fenólicos do biofloco. Em sistema de BFT, recomenda-se a taxa  
26      alimentar de 4% para juvenis de tilápia.

27      **Palavras-chave:** Crescimento, Manejo alimentar, Metabolismo, Piscicultura intensiva,  
28      Recria.

## 29           **Introdução**

30           Com o crescimento da população mundial e aumento da demanda por alimentos  
31 proteicos, o setor da piscicultura tem se destacado, representando 80 milhões de toneladas e  
32 54,1 milhões de toneladas cultivadas (FAO 2018a). A projeção para os próximos anos será de  
33 186 milhões de toneladas em 2030, sendo que o crescimento mais rápido é esperado para  
34 tilápias (Kobayashi et al. 2015). A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a quarta espécie  
35 de peixe mais produzida no mundo, com 4200 mil toneladas em 2017 e aumento de,  
36 aproximadamente, 40% entre os anos de 2010 a 2016 (FAO 2018b). Contudo, faz-se necessário  
37 a intensificação da atividade para a produção de proteína animal de boa qualidade, a fim de  
38 suprir o déficit da pesca.

39           O avanço da produção aquícola é acompanhado pelo desenvolvimento de novas  
40 tecnologias de produção, muitas vezes se tornando dependente de rações nutricionalmente  
41 completas, onde as despesas com a alimentação podem representar até 75% no custo de  
42 produção (Schulter e Vieira Filho 2017). Qualquer estratégia produtiva que promova uma  
43 redução nos custos com a alimentação causará um efeito positivo direto na rentabilidade (El-  
44 Sayed 2006), tornando-se necessário a adoção de boas práticas de manejo na nutrição e  
45 determinação da quantidade ideal de ração a ser fornecida.

46           O baixo nível de arraçoamento pode influenciar o retorno econômico no cultivo de peixes,  
47 pois pode afetar o desempenho animal, o que aumenta o tempo de cultivo para a obtenção do  
48 peso de mercado, além da alta competição pelo alimento e desuniformidade dos lotes. Já o  
49 excesso de ração fornecida pode acarretar na perda monetária relacionada ao desperdício,  
50 podendo determinar o decréscimo na qualidade de água do viveiro e maior impacto ambiental,  
51 além de reduzir a eficiência digestiva, promovendo queda no desempenho produtivo.

52 A tecnologia BFT aparece como promissora (Crab et al. 2012; Wasielesky et al. 2013),  
53 favorecendo o crescimento de comunidades microbianas que ajudam no controle das variáveis  
54 de qualidade de água, especialmente dos compostos nitrogenados (Avnimelech 2012),  
55 formando agregados, chamados de bioflocos, que servem de alimento para os animais  
56 cultivados (Azim e Little 2008), reduzindo o uso de rações comerciais. A contribuição de  
57 alimentos naturais na aquicultura implica na diminuição de custos, com menor uso de ração  
58 comercial e menor adição de nutrientes ao meio (Siqueira e Rodrigues 2009).

59 Desta forma, faz-se necessário determinar a taxa ótima de arraçoamento e suas  
60 implicações na composição corporal, bromatológica, metabólica e oxidativa em cultivos de  
61 juvenis de tilápia-do-Nilo criadas em sistema de bioflocos.

## 62 Materiais e Métodos

### 63 *Manejo experimental*

64 O experimento foi realizado no laboratório de piscicultura do Departamento de Zootecnia  
65 e Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria, campus Palmeira das Missões  
66 (altitude 639m, 27°55'16.9"S, 53°19'05.7"W). Todos os procedimentos usados nesse  
67 experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade  
68 Federal de Santa Maria (número: 8402310119).

69 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro taxas de  
70 arraçoamento (2, 4, 6 e 8% da biomassa) e três repetições. Foram utilizados 144 juvenis de  
71 tilápia (peso médio inicial de 12,06±0,16g), sendo alojados 12 animais por tanque, equivalente  
72 a densidade de 400px/m<sup>3</sup>. Antes do início do período experimental os peixes foram submetidos  
73 à adaptação de 10 dias. Durante todas as manipulações os peixes foram anestesiados com  
74 eugenol (50mg/L) (Medeiros-Silva et al. 2014).

75 O experimento foi realizado em sistema bioflocos composto por 12 tanques (três  
76 repetições e quatro tratamento) de polipropileno (30L cada), onde a água era drenada por  
77 gravidade para uma caixa de 1000L (macrocosmo) e depois novamente bombeada para as  
78 unidades experimentais. Os animais foram alimentados com ração comercial extrusada três  
79 vezes ao dia (8, 12 e 18 h). A ração continha os seguintes níveis de garantia: proteína bruta  
80 (mín.) 360,00g/kg; extrato etéreo (mín.) 80,00g/kg; fibra bruta (máx.) 50,00g/kg; matéria  
81 mineral (máx.) 120,00g/kg e umidade (máx.) 100,00g/kg.

82 Foi realizada a pesagem semanal de todos os peixes com o objetivo de avaliar o  
83 crescimento e ajustar a quantidade de oferta da ração de acordo com a biomassa total de cada  
84 tanque. A temperatura e o oxigênio da água foram verificados diariamente com o oxímetro  
85 digital marca YSI-ProODO<sup>®</sup>, o pH com o subsídio do instrumento pHmetro modelo MPA –  
86 210P e os sólidos suspensos totais pelo cone de Imhoff 1000mL, com sedimentação de 20 min.  
87 Semanalmente, amônia total, nitrito, nitrato e ortofosfato foram determinadas por *kit*  
88 colorimétrico Alfakit<sup>®</sup>; a alcalinidade total (mg CaCO<sub>3</sub>/L), pelo método de titulação de  
89 neutralização e a dureza total (mg CaCO<sub>3</sub>/L), pelo método de titulação de complexação. Os  
90 parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro do recomendado para a espécie (El-  
91 Sayed, 2006) (Tabela 1).

92 Para a manutenção adequada da relação C/N foi adicionada a fonte de carbono (açúcar)  
93 na água, respeitando a proporção total de 20/1, utilizando cálculos, baseados nos trabalhos de  
94 Avnimelech (1999). Também foi realizada a análise de compostos fenólicos no sistema de  
95 bioflocos, sendo realizada a quantificação de fenóis totais pela metodologia de Singleton;  
96 Orthofer e Lamuela-Raventós (1999).



97 *Coleta de amostras*

98 No final do experimento, um dia antes da biometria e coleta de amostras não foi fornecida  
99 ração às tilápias. Os peixes foram anestesiados, pesados e medidos individualmente, para a  
100 avaliação de crescimento e ganho de peso. Posteriormente, submetidos à eutanásia (250mg/L  
101 de eugenol) por secção medular. Doze peixes escolhido ao acaso foram utilizados para a análise  
102 de composição centesimal e sete para a coleta de tecidos (fígado, músculo e brânquias) para as  
103 análises de parâmetros oxidativos e bioquímicos.

104 *Análises*

105 *Composição corporal*

106 Os parâmetros de matéria seca e mineral, proteína bruta, seguindo metodologias  
107 recomendadas pela AOAC (1999), e lipídeos pelo método de Bligh e Dyer (1959) foram  
108 quantificados nas amostras de peixe inteiro.

109 *Parâmetros de desempenho*

110 Pela biometria final calculou-se o ganho em ganho de peso total (g) [(peso final – peso  
111 inicial)], taxa de crescimento específico expresso em (%/dia) [(ln peso final x ln peso  
112 inicial)/(tempo)x100], fator de condição [(peso/comprimento total<sup>3</sup>)x100], conversão  
113 alimentar aparente [(consumo total)/(biomassa final–biomassa inicial)] e sobrevivência (%).

114 *Parâmetros bioquímicos e peroxidação lipídica*

115 No fígado, músculo e brânquias foram quantificados os aminoácidos livres pela  
116 metodologia de Spies (1957), glicogênio (Dubois et al. 1956) e a amônia total (Verdouw et al.  
117 1978). O colesterol, proteína total e glicose foram determinados por espectrofotometria

118 (Biospectro<sup>®</sup>) com *kits* comerciais por metodologia enzimática (Doles<sup>®</sup>) e lactato segundo  
119 Harrower e Bown (1972).

120 Para a peroxidação lipídica foram determinadas as substâncias que reagem ao ácido  
121 tiobarbitúrico (TBARS), conforme Buege e Aust (1978).

## 122 Análises estatísticas

123 Os dados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão da média. Todos os dados  
124 obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados das variáveis  
125 foram submetidos à análise de regressão polinomial ( $p < 0,05$ ), utilizando a taxa de arraçoamento  
126 como variável independente do modelo, no entanto não ocorreram ajustes aos modelos de  
127 regressão testados, e as médias foram analisadas por ANOVA de uma via e posterior  
128 comparação pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados  
129 com a utilização do pacote estatístico System SAS<sup>®</sup> v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## 130 Resultados

131 Ocorreu influência na taxa de alimentação no desempenho dos peixes (tabela 2). Os  
132 valores de peso dos peixes apresentaram efeito significativo, onde as taxas de 4, 6 e 8%  
133 proporcionaram melhor desempenho. O comprimento total (CT) dos peixes alimentados com  
134 as taxas de 6 e 8% foram maiores. A conversão alimentar aparente (CAA) aumentou  
135 proporcionalmente ao aumento de oferta de ração. A sobrevivência não foi afetada ( $p > 0,05$ ).

136 Os peixes alimentados com a taxa 8% da biomassa por dia apresentaram maior teor de  
137 proteína bruta (PB) (tabela 3). A matéria seca (MS) mostrou aumento de acordo com a taxa de  
138 arraçoamento, enquanto que as taxas de alimentação não influenciaram a matéria mineral  
139 (MM). Os peixes alimentados com as maiores taxas de arraçoamento apresentaram maiores  
140 taxas de lipídeos.

141 No fígado as taxas de alimentação não influenciaram os valores de amônia, glicogênio e  
142 lactato (tabela 4). Os valores de aminoácidos livres (AA), proteína e glicose no fígado foram  
143 maiores nos peixes alimentados com a taxa de 4%. Os peixes alimentados com a menor taxa de  
144 arraçoamento apresentaram maiores níveis de colesterol hepático.

145 No músculo não houve influência dos tratamentos sob a glicose, glicogênio e lactato  
146 (tabela 4). Os valores de AA livres foram menores nos peixes alimentados com a taxa de 4%.  
147 Proteína foi menor peixes alimentados com as taxas de 4 e 6%. Amônia foi maior nos peixes  
148 alimentados com a taxa de 4%, no músculo.

149 Nas brânquias as taxas de alimentação não influenciaram os valores de AA livres e  
150 amônia (tabela 4). As menores concentrações de TBARS nos peixes foram encontradas para os  
151 alimentados com a dieta de 2 e 4%. O bioflocos apresenta  $46,38 \pm 0,69\%$  de atividade  
152 antioxidante e  $3,55 \pm 0,081$  mg de EAG.g-1 de compostos fenólicos.

### 153 Discussão

154 O sistema de BFT é um ambiente bastante complexo, o que dificulta a determinação  
155 correta de manejos alimentares adequados. A ingestão de alimentos é regulada por fatores  
156 relacionados com a água (temperatura e oxigênio), ambiente (luz e chuvas), estrutura de tanque  
157 (cor, volume e velocidade da água), fatores coespecíficos (densidade e hierarquia) e bióticos  
158 (microrganismos) (Kestemont e Baras 2001).

159 A taxa de arraçoamento pode variar de acordo com diversos fatores, entre eles a espécie  
160 utilizada, temperatura da água e fase de crescimento (Deng et al. 2003; Fiogbe e Kestemont  
161 2003). Após a avaliação de desempenho dos peixes observamos que para tilápia na fase testada  
162 a taxa de 6% proporcionou melhor desempenho (tabela 2). Este melhor resultado não foi obtido  
163 na máxima taxa testada (8%), o que pode indicar que os peixes consumiram microrganismos

164 presentes no sistema. Além disso, observamos uma piora da conversão alimentar aparente dos  
165 peixes nos maiores níveis testados, indicando que provavelmente possam ter ocorrido algumas  
166 sobras de rações, podendo reduzir o crescimento dos peixes ou o consumo de ração em outros  
167 períodos (Meurer et al 2005; Marques et al 2004).

168 Resultados de estudos que avaliam parâmetros de desempenho são similares com os  
169 encontrados neste trabalho, entretanto são realizados em sistemas de água clara. O trabalho de  
170 Marques et al. (2004), que concluíram que a taxa de arraçoamento de 6% para Carpa Capim  
171 (*Ctenopharyngodon idella*) (0,73g), apresenta os melhores resultados de desempenho  
172 zootécnico. Para trairão (*Hoplias lacerdae*), com peso inicial de 38,5 g, a taxa ótima foi de  
173 11,5% de ração por dia, segundo Salaro et al. (2008). Para Lambari (*Astyanax bimaculatus*)  
174 (0,52 g), mostra-se os melhores resultados quando os animais são alimentados com 11,5% peso  
175 vivo/dia, do modo que níveis de alimentação acima deste afetaram negativamente o  
176 desempenho produtivo e a conversão alimentar dos peixes (Meurer et al. 2005). Para jundiás  
177 (*Rhamdia quelen*), com peso inicial de 0,08 g, apresentam os melhores índices de desempenho  
178 com taxas de 2% de alimentação (Graeff e Pruner 2008). Segundo Marques et al (2003),  
179 Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (0,88 g) se desenvolvem melhor na taxa alimentar de  
180 11,55% de peso vivo/dia.

181 A taxa de crescimento específico (TCE) encontrada neste trabalho em sua melhor taxa de  
182 arraçoamento (4%) foi de 1,99%/dia, sendo valores semelhantes ao trabalho de Uddin et al.  
183 (2009), que observaram uma TCE de 2,40 a 2,50%/dia para juvenis de Tilápia-do-Nilo. Já El-  
184 Sayed (2002), para a espécie, observou um aumento na TCE conforme o aumento da taxa de  
185 arraçoamento, o que também foi evidenciado neste trabalho. Entretanto, Rahman et al. (2008)  
186 encontraram valores inferiores para TCE, entre 1,16 e 1,50%/dia na avaliação de densidade de  
187 estocagem e alimentação artificial para tilápias (23,3 a 30,3g).

188 Em relação à conversão alimentar aparente (CAA), há uma tendência de crescimento  
189 linear conforme o aumento do arraçoamento (tabela 2), o mesmo ocorre no estudo de  
190 Baldisserotto (2013). Em trabalho realizado por Graeff e Pruner (2008), observou-se que taxas  
191 de 2% apresentam conversão acima de 2,00:1, considerando valores acima da taxa econômica  
192 máxima, e os peixes alimentados com 2% do peso vivo a CAA é de 1,39-1,49, resultados  
193 semelhantes demonstrados neste estudo. Contudo, a eficiência de aproveitamento do alimento  
194 foi prejudicada em juvenis de catfish (*Mystus nemurus*) quando alimentados com níveis iguais  
195 ou superiores a 3% PV/dia (Ng et al. 2000).

196 Os dados de sobrevivência de tilápias em BFT não variaram entre os tratamentos  
197 analisados. Marques et al. (2003), ao avaliarem taxas de arraçoamento de 4, 7, 10 e 13% do  
198 peso vivo em tilápias-do-Nilo, estas se assemelharam a este resultado, também não encontrando  
199 diferença significativa para este parâmetro. Silva (2014), avaliou taxa de arraçoamento sem  
200 diferença significativa para sobrevivência entre os tratamentos experimentais, os quais  
201 apresentam resultados superiores a 80%. Todavia, Uddin et al. (2009) avaliando a  
202 suplementação alimentar e a utilização de substrato em policultivo de tilápia e camarão relatam  
203 a sobrevivência para o peixe próximo de 76%.

204 Conforme o aumento da taxa de arraçoamento observou-se um acréscimo de proteína na  
205 carcaça (tabela 3), esse fato pode ser associado ao maior consumo de proteína oriunda da ração,  
206 como também ocorreu no trabalho de Durigon et al. (2019), onde apontaram o teor de proteína  
207 na carcaça proporcional ao acréscimo de proteína da dieta.

208 O maior teor de lipídio nas carcaças nos peixes alimentados com maiores taxas de  
209 arraçoamento pode estar associado ao maior consumo de proteína, no qual trabalho de Bomfim  
210 et al. (2008) quantificam resultados similares. Podendo ser explicado pela maior quantidade de  
211 aminoácidos excedentes para o catabolismo, o que pode resultar em maior incremento calórico

212 e menor fração excedente de energia líquida depositada na forma de gordura corporal  
213 (Dabrowski e Guderley, 2002). A ingestão desproporcionalmente alta de energia leva a um  
214 maior acúmulo de gordura corporal, produzindo peixes mais gordurosos, que é uma  
215 característica indesejável do pescado (NRC 2011). Em trabalho com tilápia em BFT (Durigon  
216 et al. 2019) também observaram valores de lipídeos na carcaça que variam entre 3,80 a 6,08%,  
217 corroborando com os resultados encontrados.

218 Valores idênticos de composição bromatológica de *Oreochromis niloticus* foram  
219 encontrados por Kabir et al. (2019), que avaliaram alta e baixa taxa de arraçoamento, não  
220 ocorrendo diferença significativa para estes parâmetros. Entretanto, perceberam que a alta taxa  
221 de aeração pode ocasionar uma maior excreção de nutrientes.

222 Os peixes alimentados com o nível de arraçoamento 4% apresentaram uma maior  
223 deposição de proteína hepática e aminoácidos (AA) livres (tabela 4). Maiores concentrações  
224 de proteína hepática e AA livres indicam uma quantidade aumentada de proteínas circulantes  
225 na corrente sanguínea e melhora do sistema imune (Adorian et al. 2016; Ostaszewska et al.  
226 2009). Por outro lado, níveis reduzidos podem indicar a utilização da proteína hepática e AA  
227 livres para suprir as necessidades de energia para manter a glicose sanguínea (Adorian et al.  
228 2016). Neste trabalho pode ser observada uma redução de AA livres no fígado dos peixes  
229 alimentados com 2%. Contudo, o aumento de AA livres nos maiores níveis de arraçoamento  
230 pode levar a um aumento na produção de amônia endógena (Melo et al., 2006), o que não foi  
231 observado neste estudo.

232 No tecido muscular, por meio do aumento de AA livres pode haver a síntese de AA não  
233 essenciais, os quais são utilizados para incremento proteico (Cheng et al. 2010). Neste trabalho  
234 foi observado aumento de proteína e AA livres no músculo de peixes alimentados com taxas de

235 2% e 8%. A degradação da proteína muscular 6% por transformar-se mais em amônia no  
236 músculo apresentou o menor valor.

237 Os nutrientes ingeridos pelos peixes são metabolizados no fígado. Parte do colesterol  
238 pode ser acumulado nos tecidos, sendo que ao peixe consumir alimentos ricos em ácidos  
239 graxos (14:0 e 16:0) provoca um desequilíbrio na sua produção metabólica, resultando no  
240 aumento de sua concentração na corrente sanguínea e, conseqüentemente, acúmulo no fígado  
241 (Caula et al. 2008). Por este fato se pode observar um aumento de colesterol em tilápias  
242 alimentadas com 2% de arraçoamento, já que provavelmente os peixes consumiram mais  
243 bioflocos e, este é rico em ácidos graxos 14:0 e 16:0 (Crab et al. 2010; Toledo et al. 2016).

244 A quantificação de malondialdeído foi usada para avaliar a extensão do dano oxidativo e  
245 esta medição pode ser realizada pela reação de substâncias com o ácido tiobarbitúrico (TBA)  
246 (Ohkawa et al. 1979). No fígado, músculo e brânquias das tilápias alimentadas com taxas de 2  
247 e 4%, a concentração de TBARS foi menor, provavelmente devido ao maior consumo de  
248 bioflocos. O biofloco apresenta  $46,38 \pm 0,69\%$  de atividade antioxidante e  $3,55 \pm 0,081 \text{mg}$  de  
249  $\text{EAG.g}^{-1}$  de compostos fenólicos. O consumo de compostos fenólicos, carotenoides e  
250 antibacterianos proporcionam melhora do estado de saúde de organismos aquáticos devido à  
251 redução de radicais livres (Xu e Pan 2013). O estudo revelou a potencialidade do sistema BFT  
252 para melhorar o sistema de defesa antioxidante da Tilápia-do-Nilo, como deduzido do bem-  
253 estar dos peixes a redução do estresse oxidativo (Haraz et al. 2018).

254 O BFT pode auxiliar na síntese de óxido nítrico, o qual desempenha importante papel  
255 na redução do estresse oxidativo e no aumento da resposta imune (Cardona et al. 2016).  
256 Dessa forma, a diminuição do dano oxidativo de tecidos pode estar relacionada com o efeito  
257 antioxidante dos compostos fenólicos do biofloco.

258 No tecido muscular o nível 4% e 6% de TBRAS foram os menores, pois houve menor  
259 mobilização proteica muscular, onde o animal não precisou degradar nutriente do músculo,  
260 devido estar suprido pelo fornecimento de ração.

261 A principal fonte energética para as células dos peixes é a glicose e quando ingerida acima  
262 das necessidades é polimerizada a glicogênio, sendo a musculatura esquelética e o fígado os  
263 principais órgãos de armazenamento, ou convertida à gordura (Silveira et al. 2009). No tecido  
264 muscular e hepático não ocorreu diferença entre as taxas, mostrando que os animais não  
265 precisaram estocar energia facilmente mobilizável no organismo.

266 A maior quantidade de glicose também pode ser oriunda da presença de AA livres, esses,  
267 através da gliconeogênese podem dar origem à glicose, sendo usada como energia. A glicose  
268 hepática foi menor na taxa de 6%, no entanto este fato pode estar relacionado ao maior acúmulo  
269 de lipídeos na carcaça, pois ambos podem fornecer energia. No nível 4% houve maior  
270 quantidade, resultando na menor mobilização de glicose na circulação sanguínea, portanto deve  
271 ter proporcionado menor nível de estresse aos peixes (Marengoni et al. 2015).

272 Conclusão

273 Para juvenis de tilápia em sistemas de BFT recomenda-se a taxa alimentar de 4%.

274 Agradecimentos

275 O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de  
276 Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Fundação de  
277 Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Universidade Federal de  
278 Santa Maria (UFSM), Campus Palmeira das Missões.

279

280 Referências



- 281 Adorian TJ, Goulart FR, Mombach PI, et al (2016) Effect of different dietary fiber concentrates  
282 on the metabolism and indirect immune response in silver catfish. *Anim. Feed Sci.*  
283 *Technol.* 215:124–132
- 284 AOAC (1999) AOAC International, Official methods of analysis, 16th edn. ed. Washington.
- 285 Avnimelech Y (2012) Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension  
286 ponds. *World Aquac. Mag.* 34:19–21
- 287 Avnimelech Y (1999) Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems.  
288 *Aquaculture* 176:227–235. doi: 10.1016/S0044-8486(99)00085-X
- 289 Azim ME, Little DC (2008) The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality,  
290 biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).  
291 *Aquaculture* 283:29–35. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.06.036
- 292 Baldisserotto B (2013) Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura, 3a edition. Santa Maria
- 293 Bligh EG, Dyer WJ (1959) A rapid method pf total lipid extraction and purification. In:  
294 *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*
- 295 Bomfim MAD, Lanna EAT, Donzele JL, et al (2008) Redução de proteína bruta com  
296 suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para  
297 alevinos de Tilápia-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:1713–1720. doi:  
298 10.1590/S1516-35982008001000001
- 299 Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities  
300 of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* doi:  
301 10.1016/0003-2697(76)90527-3
- 302 Buege JA, Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation, in: *Enzymology*, SF and LPBTM.  
303 in (Ed.), *Biomembranes - Part C: Biological Oxidations*. Academic Press, pp. 302–310.  
304 doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6
- 305 Cardona E, Lorgeoux B, Chim L, et al (2016) Biofloc contribution to antioxidant defence status,  
306 lipid nutrition and reproductive performance of broodstock of the shrimp *Litopenaeus*  
307 *stylirostris*: Consequences for the quality of eggs and larvae. *Aquaculture* 452:252–262
- 308 Caula FCB, Oliveira MP de, Maia EL (2008) Teor de colesterol e composição centesimal de  
309 algumas espécies de peixes do estado do Ceará. *Ciência e Tecnol. Aliment.* 4:959–963
- 310 Cheng Z, Ai Q, Mai K, et al (2010) Effects of dietary canola meal on growth performance,  
311 digestion and metabolism of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*  
312 305:102–108
- 313 Crab R, Chielens B, Wille M, et al (2010) The effect of different carbon sources on the  
314 nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. *Aquac.*  
315 *Res.* 41:559–567
- 316 Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W (2012) Biofloc technology in aquaculture:  
317 Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357:351–356. doi:  
318 10.1016/j.aquaculture.2012.04.046

- 319 Dabrowski K., Guderley H (1996) Intermediary metabolism. In: Fish nutrition, 3.ed. Acad.  
320 Washington, pp 309–365
- 321 Deng D, Koshio S, Yokoyama S, et al (2003) Effects of feeding rate on growth performance of  
322 white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. *Aquaculture* 217:589–598
- 323 Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK et al (1956) Método colorimétrico para determinação de  
324 açúcares e substâncias relacionadas. *Química Analítica*, v.28, p.350-356
- 325 Durigon EG, Lazzari R, Uczay J, et al (2019) Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels  
326 of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in  
327 brackish water. *Aquac Fish* 0–1. doi: 10.1016/j.aaf.2019.07.001
- 328 El-Sayed A-F (2006) Tilapia culture
- 329 El-Sayed A-FM (2002) Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed  
330 efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquac Res* 33:621–626
- 331 FAO (2018a) The state of world fisheries and aquaculture 2018 - Meeting the sustainable  
332 development goals. Rome, Italy
- 333 FAO (2018b) El estado mundial de la pesca y la acuicultura
- 334 Fiogbe ED, Kestemont P (2003) Optimum daily ration for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L.  
335 reared at its optimum growing temperature. *Aquaculture* 216:243–252
- 336 Graeff Á, Pruner EN (2008) Variação percentual e frequência de alimento fornecido no  
337 desenvolvimento final de jundiás (*Rhamdia quelen*) na fase de recria. *Arch Latinoam Prod*  
338 *Anim* 17:1–7
- 339 Haraz Y, ElHawarry W, Shourbela R (2018) Culture performance of Nile tilapia (*Oreochromis*  
340 *niloticus*) raised in a biofloc-based intensive system. *Alexandria J Vet Sci* 59:166. doi:  
341 10.5455/ajvs.299795
- 342 Harrower JR, Brown, CH (1972) Blood lactic acid. A micromethod adaptes to field collection  
343 of microliter samples. *Journal of Applied Physiology*, 32: 224-228
- 344 Kabir KA, Verdegem MCJ, Verreth JAJ, et al (2019) Effect of dietary protein to energy ratio,  
345 stocking density and feeding level on performance of Nile tilapia in pond aquaculture.  
346 *Aquaculture* 511:634-200. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.06.014
- 347 Kestemont P, Baras E (2001) Environment Factors and Feed Intake: Mechanisms and  
348 Interactions. p. 131 In: *Food Intake in Fish*. Houlihan D, Boujard T, Jobling, M.
- 349 Kobayashi M, Msangi S, Batka M, et al (2015) Fish to 2030 : The Role and Opportunity for  
350 Aquaculture. *Aquac Econ Manag* 19:282–300. doi: 10.1080/13657305.2015.994240
- 351 Marengoni NG, Weiss LA, Albuquerque DM, Moura MC (2015) Influência de probióticos na  
352 prevalência parasitária e níveis de glicose e cortisol em tilápia do Nilo. *Arch Zootec* 64:63–  
353 69
- 354 Marques NR, Hayashi C, Soares CM, Soares T (2003) Níveis diários de arraçoamento para  
355 alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) cultivados em baixas temperaturas.  
356 *Semin Ciências Biológicas e da Saúde* 24:97. doi: 10.5433/1679-0367.2003v24n1p97

- 357 Marques NR, Hayashi C, Souza SR De, Soares T (2004) Efeito de diferentes níveis de  
358 arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições  
359 experimentais. Bol do Inst Pesca 30:51–56
- 360 Medeiros-Silva MR, Lima EL do R, Santos Neto MA, Andrade HA (2014) Eugenol na anestesia  
361 da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Rev. Agrar. 1:426–433
- 362 Melo JFB, Lundstedt LM, Metón I, et al (2006) Effects of dietary levels of protein on  
363 nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen*. Comparative Biochemistry and Physiology –  
364 Part A. Molecular & Integrative Physiology, 145(2): 181-187
- 365 Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR, et al (2005) Nível de Arraçoamento para Alevinos de  
366 Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). Revista Brasileira de Zootecnia.  
367 34:1835–1840
- 368 Ng W, Lu K, Hashim R (2000) Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body  
369 composition of a tropical bagrid catfish. Aquac Int 19–29
- 370 NRC (2011) National Research Council. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp, National  
371 Academies Press, Washington
- 372 Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thio-  
373 barbituric acid reaction. Anal. Biochem. 95, 351–358.
- 374 Ostaszewska T, Szatkowska I, Verri T, et al (2009) Cloning two PepT1 cDNA fragments of  
375 common carp, *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes: Cyprinidae). Acta  
376 Ichthyol. Piscat. 39:81–86
- 377 Rahman MM, Verdegem M, Wahab MA (2008) Effects of tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)  
378 stocking and artificial feeding on water quality and production in rohu-common carp bi-  
379 culture ponds. Aquaculture Research 39:1579–1587. doi: 10.1111/j.1365-  
380 2109.2008.02029.x
- 381 Salaro AL (2008) Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). Revista  
382 Brasileira de Zootecnia
- 383 Schuler EP, Vieira Filho JER (2017) Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e  
384 desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Inst Pesqui Econômica Apl - ipea
- 385 Silva JLS (2014) Taxa ótima de arraçoamento de juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis*  
386 *niloticus*) cultivados em sistema baseado em substrato artificial, em diferentes densidades  
387 de estocagem
- 388 Silveira US Da, Logato; PVR, Pontes EDC (2009) Utilização E Metabolismo Dos Carboidratos  
389 Em Peixes. Rev Eletrônica Nutr 6:817–836
- 390 Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM (1999). Analysis of total phenols and other  
391 oxidation substrates and antioxidants by means of Folin: ciocalteau reagent. Methods in  
392 Enzymology, v. 299, p. 152-178.
- 393 Siqueira NS, Rodrigues L (2009) Biomassa perifítica em Tanques-Rede de criação de Tilápia  
394 do Nilo - *Oreochromis niloticus*. Boletim do Instituto de Pesca 35:181–190

- 395 Spies JR (1957) Colorimetric procedures for amino acids, in: Enzymology, B.T.-M. in (Ed.).  
396 Academic Press, pp. 467–477. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(57)03417-5
- 397 Toledo TM, Silva BC, Vieira F do N, et al (2016) Effects of different dietary lipid levels and  
398 fatty acids profile in the culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in biofloc  
399 technology: water quality, biofloc composition, growth and health. Aquaculture Research.  
400 47:1841–1851
- 401 Uddin MS, Azim ME, Wahab MA, Verdegem MCJ (2009) Effects of substrate addition and  
402 supplemental feeding on plankton composition and production in tilapia (*Oreochromis*  
403 *niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture. Aquaculture  
404 297:99–105. doi: 10.1016/j.aquaculture.2009.09.016
- 405 Verdouw H, Van Echteld CJA, Dekkers EMJ (1978). Ammonia determination based on  
406 indophenol formation with sodium salicylate. Water Res. 12, 399–402. doi:10.1016/0043-  
407 1354(78)90107-0
- 408 Wasielesky W, Krummenauer D, Lara G, et al (2013) Cultivo de camarões em sistema de  
409 bioflocos: Realidades e perspectivas. Rev. ABCC 30–36
- 410 Xu W, Pan L (2013) Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus*  
411 *vannamei* juvenile in biofloc based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input.  
412 Aquaculture 412–413:117–124. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.07.017

413 **Tabelas**

414

415 **Tabela 1.** Parâmetros de qualidade de água de tilápias cultivadas em sistema de  
416 bioflocos com diferentes taxas de arraçoamento (média  $\pm$  desvio padrão).

417

<b>Parâmetros</b>	<b>Médias</b>
Temperatura (°C)	26 $\pm$ 0,12
Oxigênio (mg/L)	7,38 $\pm$ 0,05
pH	7,39 $\pm$ 0,39
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	39,50 $\pm$ 12,66
Amônia (mg/L)	0,5 $\pm$ 2,02
Nitrito (mg/L)	0,03 $\pm$ 0,01
Nitrato (mg/L)	1 $\pm$ 0,96
Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	4,5 $\pm$ 0,29
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	22,5 $\pm$ 0,29
Ortofosfato (mg/L)	45 $\pm$ 2,89

418

419 **Tabela 2.** Parâmetros de desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com diferentes  
 420 taxas de arraçoamento em sistema de bioflocos (média  $\pm$  desvio).

421

	Taxas de arraçoamento (%)				P
	2	4	6	8	
Peso (g)	19,82 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	23,02 $\pm$ 2,39 <sup>ab</sup>	25,29 $\pm$ 1,90 <sup>a</sup>	23,43 $\pm$ 2,59 <sup>ab</sup>	0,02
CT (cm)	10,26 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	10,42 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>	11,00 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	11,12 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	0,007
GPT (g)	7,06 $\pm$ 0,85 <sup>b</sup>	9,88 $\pm$ 2,37 <sup>ab</sup>	12,20 $\pm$ 1,72 <sup>a</sup>	10,29 $\pm$ 2,57 <sup>ab</sup>	0,03
TCE (%/dia)	1,57 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	1,99 $\pm$ 0,37 <sup>ab</sup>	2,34 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	2,05 $\pm$ 0,38 <sup>ab</sup>	0,03
FC	1,83 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	2,03 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	1,89 $\pm$ 0,13 <sup>ab</sup>	1,70 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	0,08
CAA	1,38 $\pm$ 0,26 <sup>c</sup>	2,04 $\pm$ 0,55 <sup>b</sup>	2,75 $\pm$ 0,37 <sup>ab</sup>	3,01 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>	<0,001
Sobrevivência (%)	83 $\pm$ 17,00	77,66 $\pm$ 25,42	83 $\pm$ 17,00	75 $\pm$ 25,00	NS

422 CT; Comprimento total; GPT: Ganho de peso total; TCE: Taxa de crescimento específico; FC: Fator de condição;  
 423 CAA: Conversão alimentar aparente; NS: Não significativo ( $p>0,05$ ). Médias com letras diferentes, na linha  
 424 indicam diferença significativas ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos.

425 **Tabela 3.** Composição bromatológica de tilápias alimentadas com diferentes taxas de  
 426 arraçamento em sistema de bioflocos (média  $\pm$  desvio padrão, n=3).

427

	Taxas de arraçamento (%)				P
	2	4	6	8	
PB (%)	16,29 $\pm$ 0,57 <sup>b</sup>	16,19 $\pm$ 0,72 <sup>b</sup>	16,03 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	19,55 $\pm$ 2,67 <sup>a</sup>	0,01
MS (%)	21,71 $\pm$ 1,35 <sup>c</sup>	24,87 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>	26,54 $\pm$ 0,29 <sup>ab</sup>	27,64 $\pm$ 1,28 <sup>a</sup>	<0,001
MM (%)	4,16 $\pm$ 0,73	4,24 $\pm$ 0,28	3,79 $\pm$ 0,68	5,00 $\pm$ 0,71	NS
LIP (%)	2,99 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	3,31 $\pm$ 1,30 <sup>b</sup>	5,46 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	4,95 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	0,01

428 PB: Proteína bruta; MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; LIP: Lipídios; NS: Não significativo ( $p>0,05$ ).  
 429 Médias com letras diferentes, na linha indicam diferença significativas ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos.

430 **Tabela 4.** Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e parâmetros  
 431 bioquímicos de tilápias alimentadas com diferentes taxas de arraçamento em sistema de  
 432 bioflocos (média  $\pm$  desvio padrão, n=3).

433

	Taxas de arraçamento (%)				P
	2	4	6	8	
<i>Fígado</i>					
AA livre ( $\mu\text{mol/g}$ )	3,77 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>	5,15 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	4,50 $\pm$ 1,04 <sup>ab</sup>	4,54 $\pm$ 1,85 <sup>ab</sup>	0,004
Proteína (mg/g)	5,18 $\pm$ 1,06 <sup>ab</sup>	5,55 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	3,98 $\pm$ 0,98 <sup>b</sup>	4,55 $\pm$ 0,98 <sup>ab</sup>	0,002
Amônia ( $\mu\text{mol/g}$ )	1,89 $\pm$ 0,48	1,93 $\pm$ 0,45	2,46 $\pm$ 0,37	2,15 $\pm$ 0,34	NS
Glicose ( $\mu\text{mol/g}$ )	10,38 $\pm$ 2,18 <sup>ab</sup>	12,70 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>	7,55 $\pm$ 4,90 <sup>b</sup>	8,38 $\pm$ 3,41 <sup>ab</sup>	0,03
Glicogênio ( $\mu\text{mol/g}$ )	68,29 $\pm$ 29,61	68,78 $\pm$ 12,77	63,96 $\pm$ 20,09	72,75 $\pm$ 22,61	NS
Lactato (mg/dL)	0,52 $\pm$ 0,39	0,97 $\pm$ 0,33	0,56 $\pm$ 0,44	0,97 $\pm$ 0,38	NS
Colesterol (mg/dL)	471,10 $\pm$ 132,85 <sup>a</sup>	184,43 $\pm$ 70,93 <sup>b</sup>	128,15 $\pm$ 63,34 <sup>b</sup>	126,34 $\pm$ 107,10 <sup>b</sup>	0,0001
TBARS (nmol MDA/g)	5,27 $\pm$ 1,26 <sup>c</sup>	4,99 $\pm$ 1,18 <sup>c</sup>	11,81 $\pm$ 2,09 <sup>a</sup>	8,58 $\pm$ 1,82 <sup>b</sup>	<0,0001
<i>Músculo</i>					
AA livre ( $\mu\text{mol/g}$ )	3,35 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	1,53 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	2,23 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	3,36 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	<0,001
Proteína(mg/g)	23,76 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>	19,62 $\pm$ 1,36 <sup>b</sup>	18,62 $\pm$ 2,46 <sup>b</sup>	24,15 $\pm$ 0,87 <sup>a</sup>	<0,0001
Amônia ( $\mu\text{mol/g}$ )	1,67 $\pm$ 0,33 <sup>ab</sup>	2,15 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	1,27 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>	1,39 $\pm$ 0,55 <sup>ab</sup>	0,002
Glicose ( $\mu\text{mol/g}$ )	66,30 $\pm$ 8,15	63,03 $\pm$ 8,42	63,54 $\pm$ 14,31	58,56 $\pm$ 21,19	NS
Glicogênio ( $\mu\text{mol/g}$ )	3,74 $\pm$ 1,81	3,25 $\pm$ 2,73	4,76 $\pm$ 0,93	3,13 $\pm$ 0,77	NS
Lactato (mg/dL)	1,32 $\pm$ 0,78	1,19 $\pm$ 0,48	1,02 $\pm$ 0,53	1,39 $\pm$ 0,91	NS
TBARS (nmol MDA/g)	25,52 $\pm$ 18,49 <sup>b</sup>	41,49 $\pm$ 15,53 <sup>ab</sup>	55,66 $\pm$ 17,73 <sup>a</sup>	41,77 $\pm$ 15,36 <sup>ab</sup>	0,04
<i>Brânquias</i>					
AA livre ( $\mu\text{mol/g}$ )	9,91 $\pm$ 1,73	11,11 $\pm$ 1,64	10,84 $\pm$ 1,29	9,30 $\pm$ 3,03	NS
Amônia ( $\mu\text{mol/g}$ )	0,94 $\pm$ 0,16	0,98 $\pm$ 0,17	0,92 $\pm$ 0,11	0,97 $\pm$ 0,14	NS
TBARS (nmol MDA/g)	2,86 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	2,62 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	3,97 $\pm$ 1,11 <sup>a</sup>	3,19 $\pm$ 0,58 <sup>ab</sup>	0,001

434 AA livre: Aminoácidos livres; TBARS: Ácido Tiobarbitúrico; NS: Não significativo ( $p>0,05$ ). Médias com letras  
 435 diferentes, na linha indicam diferença significativas ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos.



## 6. DISCUSSÃO GERAL

Os custos de produção dos sistemas com tilápias são determinados pela ração (HEIN; BRIANESE, 2004), principal insumo responsável por 70% dos custos (KUBITZA, 2006), variando de acordo com o sistema de cultivo empregado, a escala de produção e a produtividade alcançada. Baseando-se na simulação de dados econômicos deste estudo, a ração e a energia elétrica possuem maior participação dos custos do sistema bioflocos, tornando-se itens relevantes para a lucratividade do sistema.

Partindo desse fator, a eficiência no manejo alimentar da tilápia reflete na viabilidade econômica do sistema e para que atinja a produtividade desejada, há a necessidade de determinar as exigências nutricionais, bem como estratégias alimentares adequadas para diminuir os custos de produção e o lançamento de efluentes no meio ambiente (AZZAYADI et al., 2000). Todavia, ainda há necessidade de superar gargalos com investimentos em ciência (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017), desenvolvendo pesquisas com enfoque produtivo e ambiental para o BFT, com minimização de custos do investimento inicial (BARROSO et al., 2018) e operacional.

O nível de arraçoamento pode influenciar diretamente o retorno econômico no cultivo de peixes, pois além das necessidades fisiológicas pode resultar no baixo desempenho animal, o que aumenta o tempo de cultivo para a obtenção do peso de mercado. Excesso de ração também pode acarretar na perda monetária relacionada ao desperdício de ração, podendo determinar o decréscimo na qualidade da água e maior impacto ambiental, além de promover queda no desempenho produtivo, como ocorreu neste trabalho, com os peixes que foram alimentados com taxa igual e acima de 6% da biomassa total, baseando-se nos dados de lipídeos e estresse oxidativo.

O maior teor de lipídio nas carcaças dos peixes alimentados com maiores taxas de arraçoamento pode estar associado ao maior consumo de proteína, no qual trabalho de Bomfim et al. (2008) encontraram resultados similares. Fato este, que pode ser explicado pela maior quantidade de aminoácidos excedentes para o catabolismo, o que pode resultar em maior incremento calórico e maior fração excedente de energia líquida depositada na forma de gordura corporal (DABROWSKI e GUDERLEY, 2002). A ingestão desproporcionalmente alta de energia leva a um maior acúmulo de gordura corporal, produzindo peixes mais gordurosos, que é uma característica indesejável do pescado (NRC, 2011).

A contribuição na utilização de alimentos naturais na piscicultura implica na diminuição de custos para o produtor e para o ambiente a menor adição de nutrientes ao meio (SIQUEIRA; RODRIGUES, 2009). BFT favorece o crescimento de comunidades microbianas que ajudam no controle das variáveis de qualidade de água, especialmente dos compostos nitrogenados (AVNIMELECH, 2012), reduzindo o uso de rações comerciais.

O sistema de BFT é um ambiente bastante complexo, o que dificulta a determinação correta de manejos alimentares adequados. A ingestão de alimentos é regulada por fatores relacionados com a água, ambiente, estrutura de tanque, fatores coespecíficos e bióticos (KESTEMONT e BARAS, 2001). Sendo assim, a taxa de arraçoamento pode variar de acordo com diversos fatores, entre eles a espécie utilizada, temperatura da água e fase de crescimento (DENG et al., 2003; FIOGBE e KESTEMONT, 2003).

Após a avaliação deste ensaio experimental, o melhor desempenho das tilápias na fase juvenil foi na taxa de 6% de arraçoamento, não sendo obtido na máxima taxa testada (8%), a que pode indicar que os peixes consumiram microrganismos presentes no sistema. Observa-se uma piora da conversão alimentar aparente dos peixes nos maiores níveis testados, indicando que provavelmente possam ter ocorrido algumas sobras de rações, reduzindo o crescimento dos peixes ou o consumo de ração em outros períodos (MEURER et al., 2005; MARQUES et al., 2004), enfim, provocando a redução no aproveitamento da mesma (MARQUES et al., 2003; MEURER et al., 2005; SALARO, 2008). Conforme o aumento da taxa de arraçoamento percebe-se um acréscimo de proteína na carcaça, fato que pode estar associado ao maior consumo de proteína oriunda da ração, como também ocorreu no trabalho de Durigon et al. (2019).

Pelo fato de o sistema BFT utilizar densidade de estocagem elevada, equivalendo a uma produção maior que em sistemas tradicionais de tanque escavado, percebe-se que a lucratividade da atividade é crescente com o aumento da densidade, havendo diminuição do valor médio ou unitário do custo do quilo do peixe produzido (GRAEFF, 2004). Em sistemas onde é aplicada alta densidade populacional, uma avaliação rigorosa das características bioquímicas aperfeiçoa o desempenho produtivo. De fato, parâmetros oxidativos também são considerados ferramentas importantes na avaliação de desafios para as condições de cultivo relacionadas à alimentação (AZAZA et al., 2015) e outras fontes de estresse.

Em tilápias alimentadas com taxas de 2% e 4%, a concentração de TBARS foi menor, provavelmente devido ao maior consumo de bioflocos, que apresenta  $46,38 \pm 0,69\%$  de atividade antioxidante e  $3,55 \pm 0,081 \text{mg}$  de  $\text{EAG.g}^{-1}$  de compostos fenólicos. Já que, o consumo de

compostos fenólicos proporciona melhora do estado de saúde fisiológica de organismos aquáticos devido à redução de radicais livres (XU; PAN, 2013). O estudo revelou a potencialidade do BFT para melhorar o sistema de defesa antioxidante da tilápia-do-Nilo, como deduzido ao bem-estar dos peixes à redução do estresse oxidativo (HARAZ; ELHAWARRY; SHOURBELA, 2018).

A rentabilidade da atividade aquícola está diretamente ligada aos índices obtidos, uma vez que todos eles têm influência direta na produção e, conseqüentemente, nos lucros do produtor. Assim, produtores e técnicos devem estar atentos para identificar os índices que estão apresentando maior influência negativa no desempenho da atividade, e, por conseguinte, maximizar a produção e minimizar os custos.

Sendo assim, pode-se considerar que o empreendimento em sistema de BFT é economicamente exequível, tratando-se de uma produção em grande escala, com alta produtividade em pequena área de cultivo com maior controle. Possível até em regiões afastadas da costa, gerando um menor impacto ambiental, devido à diminuição da renovação de água e redução da quantidade de proteína nas rações pela disponibilidade de alimento natural. No entanto, exige custos de implantação significativos e parte da renda é comprometida com os custos operacionais, resultando em uma receita de grande monta economicamente atrativa, com um retorno esperado dentre as estimativas das variáveis mínimas de preço de mercado à R\$ 4,65, conversão alimentar de 1.2 e densidade com 55 px/m<sup>3</sup>, como visto no cenário realista e positivo deste estudo.

## 7. CONCLUSÃO

- Em sistema de BFT, recomenda-se a taxa alimentar de 4% para juvenis de tilápia.
- Pode-se considerar que o empreendimento em sistema de BFT é economicamente executável, dentre as características definidas no trabalho.
- Os maiores custos operacionais são definidos pela ração e energia elétrica.
- A densidade, peso final e conversão alimentar são variáveis limitantes para lucratividade na produção de tilápia em sistema de BFT.

## 8. REFERÊNCIAS

- ACEB. Primeiro Anuário Brasileira da Pesca e Aquicultura. **Sebrae**, n. 1, p. 1–136, 2014.
- ALMEIDA, M. S. DE. Efeito de diferentes níveis de sólidos suspensos totais na qualidade da água e no desempenho zootécnico da produção super-intensiva do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema BFT. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande - FURG, 2012.
- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology Important fact to remember. **Manual**, p. 42, 2009.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3–4, p. 227–235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. **World Aquaculture Magazine**, v. 34, n. 4, p. 19–21, dez. 2012.
- AVNIMELECH, Y.; KOCHVA, M.; DIAB, S. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. **The Israeli Journal of Aquaculture**, v. 46, n. 3, p. 119–131, 1994.
- AZAZA, M. S. et al. Growth performance oxidative stress indices and hepatic carbohydrate metabolic enzymes activities of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in response to dietary starch to protein ratios. **Aquaculture Research**. 46:14-27. 2015
- 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, n. 1–4, p. 29–35, 2008.
- AZZAYADI, M. et al. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, 182: 329-338. 2000.
- BARBOSA, M. C.; NEVES, F. DE F.; CERQUEIRA, V. R. Taxa alimentar no desempenho de juvenis de robalo-peva em tanque-rede. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 369–372, 2011.
- BARROSO, R. M. et al. Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. **Embrapa** ed. Brasília (DF): 2018a.
- BARROSO, R. M. et al. Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil. **Embrapa**, p. 110, 2018b.
- BEZERRA, S. et al. Criação de tilápia em tanques. **Sebrae**, p. 1–28, 2014.
- BOMFIM, M. A. D. et al. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37:1713–1720, 2008. doi: 10.1590/S1516-35982008001000001
- BROL, J. et al. Tecnologia de Bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 230, 2017.

- BURFORD, M. A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1–4, p. 393–411, 2003.
- CAMPO, L. F. C. Tilapia roja 2006: una evolucion de 25 años, de la incertidumbre al exito. **Alevinos Del Valle e Aquatic Depot**, n. 6, p. 1–124, 2006.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep. 189p.1992.
- CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. 95p.
- CRAB, R. et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356–357, p. 351–356, 2012.
- DABROWSKI, K.; GUDERLEY, H. Intermediary metabolism. In: **Fish nutrition**, ed.3 Acad. Washington, p 309–365, 1996.
- DENG, D. et al. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. **Aquaculture**, v. 217, p. 589–598, 2003.
- DURIGON, E. G. et al. Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. **Aquaculture and Fisheries**, n. July, p. 0–1, 2019.
- EL-SAYED, A.F. **Tilapia culture**. 2006.
- EMERENCIANO, M. et al. Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. **Aquaculture International**, v. 21, n. 6, p. 1381–1394, 9 dez. 2013.
- EMERENCIANO, M. G. C. et al. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 29, n. 1, p. 1–7, 2007.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**: Contributing to food security and nutrition for all. Rome, Italy: 2016.
- FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2018**: Meeting the sustainable development goals. Rome, Italy: 2018.
- FARIAS, A. C. DA S.; FARIAS, R. B. A. Desempenho comparativo entre países exportadores de pescado no comércio internacional: Brasil eficiente. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 451–466, 2018.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual. **Sober**. Rio Branco: 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/178.pdf>>.
- FIOGBE, E. D.; KESTEMONT, P. Optimum daily ration for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared at its optimum growing temperature. **Aquaculture**, v. 216, p. 243–252, 2003.

FÜLBER, V. M. et al. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 177–182, 2009.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7805231-Tabelas-brasileiras-para-a-nutricao-de-tilapias.html>>. Acesso em: 1 mar. 2019.

GAONA, C. A. P. et al. Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 3, p. 1070–1079, 2017.

GRAEFF, Á. Viabilidade econômica do cultivo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) em monocultivo em densidades diferentes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 678–684, 2004.

HARAZ, Y.; ELHAWARRY, W.; SHOURBELA, R. Culture performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in a biofloc-based intensive system. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 59, n. 1, p. 166, 2018.

HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 4503, p. 1–12, 2013.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. Modelo Emater de produção de tilápia. **Emater**, 2004.

JORY, D.E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T.R. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica. **Panorama Aquicola**, v.5, n.5, p.50-53, 2000.

KESTEMONT, P.; BARAS, E. Environment Factors and Feed Intake: Mechanisms and Interactions. p. 131 In: **Food Intake in Fish**. Houlihan D, Boujard T, Jobling, M. 2001.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, p. 13–24, 2006.

KUBITZA, F.: Nutrição e Alimentação de Tilápias – Parte II – Final. **Panorama da Aquicultura**, 1999.

KUBITZA, F. Tilápias: manejo nutricional e alimentar. **Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 60, p. 31–38, 2000.

LIU, H et al. Efeito de substituição de dietética por farinha de soja em diferentes tamanhos de carpa Gibel (*Carassius auratus gibelio*): digestibilidade de nutrientes, desempenho de crescimento, composição corporal e morfometria. **Aquaculture Nutrition**, 22 (1), 142 – 157. 2016.

LUO, G. et al. 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, 20 fev. 2014.

MAPA. **Manual de inspeção para identificação de espécies de peixes e Valores indicativos se substituições em Produtos de Pesca e Aquicultura**. Brasília (DF): 2016.

- MARQUES, N. R. et al. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 51–56, 2004.
- MEURER, F. et al. Nível de Arraçoamento para Alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1835–1840, 2005.
- MINATO, L. F. B. **Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia-do-Nilo em sistemas de bioflocos com dois níveis de proteína bruta utilizando dietas comerciais**. p. 42, 2016.
- NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National ed. Washington: **National Academies Press**, 2011.
- OLIVEIRA, E. G. DE et al. Produção de Tilápia Mercado, Espécie, Biologia e Recria. **Embrapa**, v. 45, p. 12, 2007.
- ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. ed 3: Jundiaí. p112. 2003.
- PEIXE BR. **Anuário 2018**. Associação Brasileira de Piscicultura, 2018.
- PEIXE BR. **Anuário 2019**. Associação Brasileira de Piscicultura, 2019.
- PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595–1604, 2002.
- PINTO, C. S. R. M. et al. Estudo comparativo do crescimento de macho de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **Instituto de Pesca**, v. 16, n. 1, p. 19–27, 1989.
- RIBEIRO, P. et al. **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce**. Belo Horizonte – MG: 2012.
- ROCHA, A. F. DA. Avaliação do potencial de criação de juvenis de Tainhas *Mugil hospes* e *Mugil liza* em sistema de bioflocos. [s.l.] **FURG**, 2012.
- SALARO, A.L. Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2008.
- SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR, W. Advances in mariculture on the first decade of the XXI century: Marine fish and shrimp culture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 102–111, 2010.
- SANTOS-FILHO, L. G. DOS et al. Utilização de Indicadores de viabilidade econômica na produção de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação: Estudo de caso de uma piscicultura de pequena escala em Parnaíba-PI. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 18, n. 4, p. 304–314, 2016.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada - **IPEA**, p. 42, 2017.

SIQUEIRA, N. S.; RODRIGUES, L. Biomassa perifítica em Tanques-Rede de criação de Tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 181–190, 2009.

TROELL, M. et al. Ecological engineering in aquaculture: Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. **Aquaculture**, v. 297, n. 1–4, p. 1–9, dez. 2009.

WAGNER, P. M. et al. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 187–196, 2004.

WASIELESKY JUNIOR, W. et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1–4, p. 396–403, 2006.

XU, W.; PAN, L. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. **Aquaculture**, v. 412–413, p. 117–124, 2013.



**APÊNDICE A- NORMAS DOS PERÓDICOS PARA SUBMISSÃO**

**ARTIGO 1:** Será submetido para a revista “*Fish Physiology and Biochemistry*”.

Normas encontradas no link de acesso:

<<https://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10695>>.

**ARTIGO 2:** Será submetido para a revista “Revista de Economia e Sociologia Rural”.

Normas encontradas no link de acesso: <<http://www.revistasober.org/pt/normas.php>>.