

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA
PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA
BIOFLOCOS

Acadêmico: Gabriel Artur Bezerra

Aquidauana - MS
Setembro/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA
PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA
BIOFLOCOS

Acadêmico: Gabriel Artur Bezerra
Orientador: Prof. Dr. Hamilton Hisano

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana - MS
Setembro/2021

B469v Bezerra, Gabriel Artur

Viabilidade econômica e financeira da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos / Gabriel Artur Bezerra. – Aquidauana, MS: UEMS, 2021.

82 p.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Hisano.

1. Produção de peixes 2. Retorno econômico 3. Alevinos I. Hisano, Hamilton II. Título

CDD 23. ed. - 597

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO UNIDADE
UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

GABRIEL ARTUR BEZERRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 02/09/2021.



Dr. Hamilton Hisano (Orientador)



Dr. André Rozemberg Peixoto Simões, UEMS
(via videoconferência)



Dr. Álvaro José de Almeida Bicudo, UFPR
(via videoconferência)

"No dia da vitória não se sente a fadiga."

Provérbio Árabe

A minha família dedico...

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso, concedendo todo o suporte e auxílio necessário.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsas aos alunos de Pós-Graduação - PIBAP/UEMS.

A Usina Hidrelétrica de Itaipu (UH), pelo espaço concedido para realização do experimento e todo suporte para realização do mesmo.

A Embrapa Meio Ambiente, por ter realizado um acordo de cooperação com a usina e permitido a realização do projeto e todo procedimento que foi realizado durante as atividades.

A Deus por me permitir viver essa experiência com saúde, ânimo e força para concretizar mais um ciclo. Por nunca ter me desamparado nos momentos mais difíceis e por me enviar pessoas maravilhosas, que me acompanharam durante toda essa caminhada, as quais sou muito grato e que foram essenciais para conclusão dessa etapa.

A minha noiva Dara Cristina Pires, por ter ajudado na realização do experimento, dando suporte emocional e nunca me deixar fraquejar, por todo apoio incondicional e ter sido a minha base durante esse período.

A minha família, pelo apoio e suporte nessa jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hamilton Hisano, pela orientação desde o início do mestrado, por acompanhar e ensinar tudo o que foi necessário durante esta jornada.

Aos engenheiros, André Luiz Watanabe e Celso Carlos Buglione Neto, funcionários da UH que me acompanharam e deram suporte na execução do experimento e estadia em Foz do Iguaçu-PR.

Aos supervisores e superintendentes da UH pela estadia e realização do experimento em Foz do Iguaçu.

A todas as pessoas que de alguma forma acrescentaram para a realização e concretização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Produção da piscicultura brasileira.....	3
2.2. Espécie em estudo: Tilápia-do-nilo	5
2.3. Sistema bioflocos	7
2.4. Sistemas de produção e consumo de água	11
2.5. Custo de produção	13
2.6. Viabilidade econômica	14
2.7. Viabilidade financeira	15
2.7.1 Valor presente líquido	17
2.7.2 Taxa interna de retorno	17
2.7.3 Índice de lucratividade.....	18
2.7.4 Payback	19
3. OBJETIVOS	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO 2- ANÁLISE ECONÔMICA E DE RISCO DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA BIOFLOCOS	30

INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS.....	35
<i>Avaliação econômica determinística</i>	35
DISCUSSÃO	38
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO 3- VIABILIDADE FINANCEIRA E COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA BIOFLOCOS E EM VIVEIROS	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS.....	49
DISCUSSÃO	52
CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1. Distribuição da probabilidade acumulada do lucro na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Anexo

Figura 1. Área externa da estufa presente na Itaipu Binacional.

Figura 2. Área interna da estufa presente na Itaipu Binacional, contendo tanque circular 80 m³ e sistema de limpeza (decantador/clarificador).

Figura 3. Sistema em funcionamento na área interna da estufa da Itaipu Binacional.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Classificação dos estados brasileiros de acordo com a produção total de peixes e a produção exclusivamente de tilápias.

Capítulo 2

Tabela 1. Investimentos iniciais para a produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Tabela 2. Indicadores zootécnicos da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos após 60 dias.

Tabela 3. Avaliação econômica da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Tabela 4. Diferentes cenários na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Capítulo 3

Tabela 1. Comparação do investimento inicial para implantação da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e Viveiro juntamente à respectiva porcentagem.

Tabela 2. Despesas com investimentos para a produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), por ciclo de 60 dias, juntamente à respectiva porcentagem.

Tabela 3. Fluxo de caixa da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), período referente doze ciclos (dois anos).

Tabela 4. Preço de venda e despesas da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), por ciclo de 60 dias, valores por quilo e unidade produzida.

Tabela 5. Indicadores de viabilidade financeira de implantação da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e em viveiro.

Anexo

Anexo 4 Fluxo de caixa da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), período referente doze ciclos (dois anos).

RESUMO

A tilápia é uma das espécies de peixes mais produzidas no mundo, pois possui diversas qualidades favoráveis à sua produção e comercialização, como rusticidade, rápido crescimento e qualidade de carne. A produção de tilápia no sistema bioflocos (BFT) está em expansão, pois possibilita o aumento da produção de proteína animal de alta qualidade e de forma sustentável, associado a alta produtividade e redução do uso da terra e água. Por outro lado, necessita de uma adequada avaliação técnica, econômica e financeira, pois demanda maiores investimentos e mão de obra especializada. Na implantação deste sistema é necessário realizar o levantamento de diversos custos, sendo que a perspectiva de retorno do sistema pode ser analisada auxiliando na tomada de decisões. O presente estudo teve como objetivo analisar economicamente e financeiramente a produção de juvenis de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos. O modelo produtivo usado e os dados foram provenientes de um ciclo de produção em escala comercial. Foram utilizados 60.000 alevinos de tilápias machos (≈ 5 g) mantidos em estufa climatizada dentro de um tanque circular de 80 m³ com aeração constante, sistema de limpeza e alimentados com ração comercial 40 % PB quatro vezes ao dia. Após 60 dias foram produzidos 48 milheiros de juvenis de tilápia com peso médio de 27 g. O investimento inicial foi de R\$ 51.534,14 para o sistema bioflocos e R\$ 41.317,60 para o viveiro. Na análise econômica os indicadores utilizados foram: Receita Total, Custo Operacional Efetivo, Custo Operacional Total, Custo Total, Margem Bruta, Margem Líquida e Lucro. Já para a análise financeira foi realizado um fluxo de caixa e os indicadores utilizados foram: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Índice de Lucratividade e Payback. Os dados obtidos pelo presente estudo demonstraram indicadores econômicos e financeiros que apontam a viabilidade econômica e financeira da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Palavras-chave: Produção de peixes, Retorno econômico, Alevinos.

ABSTRACT

Tilapia is one of the most produced fish species in the world, due to favorable qualities for its production and sale, such as rusticity, fast growth and meat quality. Tilapia culture in the biofloc system (BFT) is expanding, as it makes it possible to increase the production of high quality animal protein in a sustainable manner, associated with high productivity and reduced use of land and water. On the other hand, it needs an adequate technical, economic and financial evaluation, as it demands greater investments and specialized labor. In the implementation of this system, it is necessary to carry out a survey of several costs, and the perspective of the system's return can be analyzed, helping in decision-making. This study aimed to analyze economically and financially the production of Nile tilapia juveniles in a biofloc system. The production model used and the data came from a production cycle on a commercial scale. A total of 60,000 male tilapia fingerlings (≈ 5 g) were kept in an acclimatized greenhouse inside a circular tank of 80 m³ with constant aeration, cleaning system and fed with commercial feed 40% CP four times a day. After 60 days, 48 thousand tilapia juveniles with an average weight of 27 g were produced. The initial investment was R\$ 51,534.14 for the biofloc system and R\$ R\$ 41,317.60 for the nursery. In the economic analysis, the indicators used were: Total Revenue, Effective Operating Cost, Total Operating Cost, Total Cost, Gross Margin, Net Margin and Profit. For the financial analysis, a cash flow was performed and the indicators used were: Net Present Value, Internal Rate of Return, Profitability Index and Payback. The data obtained in this study demonstrate economic and financial indicators that indicate the economic and financial feasibility of producing tilapia juveniles in a biofloc system.

Keywords: Fish production, Economic return, Fingerlings.

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a produção de pescado teve como sua principal fonte a pesca extrativista. Atualmente, esta atividade encontra-se estagnada, principalmente, em função da intensa exploração dos estoques pesqueiros naturais. No ano de 2018 a produção e a captura de organismos aquáticos foram bem similares, 46% do pescado foi proveniente da aquicultura e o restante, os outros 54%, da captura (FAO, 2020).

Por outro lado, a aquicultura está em expansão, crescendo 5,3% ao ano (período de 2000–2018) e contribuindo com mais da metade da produção de pescado mundial (FAO, 2020). Com o aumento da demanda por alimentos mais seguros e de qualidade, a expectativa de crescimento da atividade é contínua e deve seguir um modelo sustentável em termos ambientais e socioeconômicos (SCHULTER E VIEIRA-FILHO, 2017).

O Brasil dispõe de diversas características que favorecem o desenvolvimento da aquicultura, como o vasto território, volume hídrico, clima favorável, entre outros. Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2014), o litoral do território brasileiro possui aproximadamente oito mil quilômetros de extensão e 12% da água doce do planeta em estado líquido, características importantes para o desenvolvimento da aquicultura.

As tilápias são originárias do continente africano, sendo encontradas em Israel e Jordânia, bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro–Oeste africano (VERANI, 1980). O grande potencial da tilapicultura, perante outras espécies de peixes, ocorre em função do seu baixo custo de produção, adaptação a locais com altas salinidades (comparada a demais espécies de água doce), amplitude em relação a faixa de temperatura da produção, manejo reprodutivo simples, a qualidade da carne (VICENTE E FONSECA-ALVES, 2013) e mercado consolidado.

O sistema bioflocos, também conhecido como BFT (*Biofloc Technology*) apresenta como principal característica a alta eficiência hídrica, reduzindo significativamente a perda de água em função da quase nula troca de água

(reposição apenas pela evaporação da água). Também possibilita a remoção de metabólitos, o que consequentemente impacta na descarga de efluentes no meio ambiente (AVNIMELECH, 2012; HARGREAVES, 2013).

No sistema BFT há uma constante formação de agregados microbianos, que são constituídos de microalgas, bactérias, protozoários, material em decomposição, entre outros (DE SCHRYVER et al., 2008). Esta microbiota é eficaz em processar e degradar compostos nitrogenados tóxicos, convertendo-os em substâncias menos tóxicas e biomassa, contribuindo para manter as variáveis de qualidade de água em níveis adequados para a produção de organismos aquáticos em altas densidades (CRAB et al., 2007; SAMOCHA et al., 2007; KUHN et al., 2009; OTOSHI et al., 2011).

Em comparação com sistemas tradicionais, o sistema BFT pode reduzir os custos com a alimentação dos animais, pois a biomassa bacteriana pode ser consumida como fonte complementar na dieta. Além disso, pode reduzir cerca de 30 % dos custos com tratamento de água (AZIM & LITTLE, 2008; TACON, 2002; CRAB et al., 2012).

O desenvolvimento de uma atividade agrícola e agropecuária depende de diversos fatores, tais como a demanda comercial pelo produto, a análise de viabilidade financeira e técnica e a possibilidade de ampliação do empreendimento (BUARQUE 1984; BRANDÃO et al. 2006; VARIAN 2006). Por outro lado, Ostrensky et al. (2008) relatam que existem outros fatores que atrasam o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, como a legislação ambiental, linhas de crédito pouco acessíveis, cadeia produtiva desorganizada e complicações na regularização de empreendimentos.

Segundo Ayroza et al. (2009), para que a piscicultura no Brasil se desenvolva como atividade economicamente atrativa são necessários investimentos em sistemas de produção intensivos. Nos últimos anos houve rápido crescimento da tilapicultura brasileira, em função do desenvolvimento da cadeia produtiva nos tanques-rede em Águas da União. Este modelo produtivo utiliza juvenis no povoamento com mais de 15 g possibilitando a vacinação e obtenção de melhores índices zootécnicos e econômicos ao longo da recria (HISANO et al., 2020), porém não é uma realidade em todos os locais. Os mesmos autores afirmam que a produção de juvenis de tilápia tem um mercado pouco explorado e o sistema bioflocos pode ser utilizado para produção de

juvenis desta espécie, no qual em estágios iniciais de vida possuem uma alta capacidade de assimilar alimento natural, reduzindo o custo operacional do empreendimento.

A produção de peixes em sistemas intensivos necessita de um maior investimento tecnológico, destacando sistemas de aeração, equipamentos para o monitoramento diário das variáveis de qualidade de água e um fornecimento de alimentos de alta qualidade (AVNIMELECH, 2012). Tudo isso resulta no aumento dos custos de implantação e produção, evidenciando a necessidade da investigação econômica, para que os produtores e investidores tenham maior segurança quanto ao emprego deste modelo produtivo, evitando a falta de informação e insegurança do piscicultor em relação a viabilidade econômica deste sistema (REGO et al., 2016).

A análise econômica e financeira da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos é de suma importância para a aquicultura brasileira como a alternativa para o aumento da produção de proteína animal de alta qualidade e de forma sustentável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção da piscicultura brasileira

A produção mundial da aquicultura no ano de 2018 atingiu 114,5 milhões de toneladas de peso vivo com valor de venda de 263,6 bilhões de dólares, sendo que a piscicultura representou 47,4% do total, contribuindo com 54,3 milhões de toneladas e 139,7 bilhões de dólares (FAO, 2020).

O Brasil é o quarto maior produtor de tilápia do mundo superado apenas pela China, Indonésia e Egito, respectivamente. No ano de 2018, o Brasil produziu 612.566 toneladas de pescado, gerando 5,16 bilhões de reais. Neste mesmo ano, a produção de tilápias no Brasil alcançou 323.714 toneladas, representando 53% do total da produção de pescado e gerando 1,84 bilhões de reais (IBGE, 2019).

Em 2020, o estado do Paraná foi o maior produtor de peixe no Brasil com 172.000 t, sendo que 96,5% deste total foi representado pela tilápia (Tabela 1).

O segundo maior produtor foi o estado de São Paulo com 74.600 toneladas, o qual a tilápia também é a principal espécie produzida (94,5%) do total (PEIXE BR, 2021). A importância desta espécie também é refletida na produção de alevinos com o Paraná como maior produtor, seguido de São Paulo com produção de 413.163 e 171.925 milheiros, respectivamente (IBGE, 2019).

Atualmente, Mato Grosso do Sul, ocupa o oitavo lugar no ranking nacional de produção de peixes, contribuindo com 32.390 toneladas de pescado, sendo a tilápia a principal espécie produzida, com 89,8% da produção do estado (PEIXE BR, 2021). Por outro lado, foi o estado líder na exportação de tilápia em 2020 e apresentou aumento de 8,7% da produção em comparação com 2019, demonstrando seu potencial de crescimento na aquicultura nacional.

Tabela 1 – Classificação dos estados brasileiros de acordo com a produção total de peixes e a produção exclusivamente de tilápias.

Estado	Produção (t)	(%)
Produção total de peixes		
Paraná	172.000	21,4
São Paulo	74.600	9,3
Rondônia	65.500	8,2
Santa Catarina	51.700	6,4
Maranhão	47.700	5,9
Mato Grosso	46.800	5,8
Minas Gerais	44.300	5,5
Mato Grosso do Sul	32.390	4,0
Produção de tilápia		
Paraná	166.000	34,1
São Paulo	70.500	14,5
Minas Gerais	42.100	8,7
Santa Catarina	40.059	8,2
Mato Grosso do Sul	29.090	6,0

Fonte: Adaptado, PEIXE BR 2021.

A piscicultura brasileira, ano após ano, vem sofrendo transformações e apresentando grande importância para o agronegócio. Aos poucos, a atividade

está suprimindo a necessidade da pesca extrativista e diminuindo a pressão sobre os estoques naturais (FIRETTI et al., 2007, SOUZA et al., 2017). Dessa forma, pesquisas sobre a piscicultura intensiva são necessárias, pois a atividade pesqueira chegou ao seu limite e sua produção já não é mais suficiente para abastecer o mercado consumidor.

A produção de peixes necessita de planejamento com embasamento técnico, segurança financeira e um sistema de produção adequado à propriedade e ao bolso do produtor, do contrário, pode levar ao abandono da atividade, desestimular a novos investimentos e embargar o desenvolvimento regional (ANDRADE, 2005).

De acordo com Schulter e Vieira-Filho (2017) a produção de tilápia no Brasil transformou algumas regiões do país em polos produtivos com crescente desenvolvimento. A abertura de empreendimentos produtivos não ficou restrita apenas à produção de peixes em terminação, pois muitas empresas ligadas principalmente à produção de alevinos e à ração animal têm se instalado nessas regiões a fim de fornecer insumos para a cadeia produtiva.

2.2 Espécie em estudo: Tilápia-do-nilo

Há registros egípcios datados a mais de 4000 anos sobre a produção da tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, em lagos ornamentais ao longo do vale do rio Nilo (EL-SAYED, 2006). Com o passar dos anos, mais especificamente na década de 60, diversos países apresentaram interesse na produção de tilápia, como a Tailândia, Filipinas e Japão (EL-SAYED, 2006).

Em meados da década de 50, as primeiras pesquisas publicadas sobre a tilápia começaram a surgir no Ocidente e a produção desta espécie foi considerada promissora para a aquicultura (COWARD E BROMAGE, 2000).

A tilápia-do-nilo tem o seu desempenho ideal em ambientes com temperatura entre 26 e 28 °C, pH variando de 6,0 a 8,5 e oxigênio dissolvido acima de 4,0 mg L⁻¹ (CASTAGNOLLI, 1992b; BOYD, 1990). Em contrapartida, temperaturas abaixo de 20 °C e acima de 30 °C podem reduzir o desempenho, no pior dos cenários, quando a temperatura for menor que 16 °C os animais suspenderão a alimentação (LIM e WEBSTER, 2006).

Diversos fatores contribuíram para que a tilápia se tornasse uma das espécies mais produzidas no mundo, dentre eles podemos destacar a rusticidade, rápido crescimento, suportar altas densidades, resistência ao manejo e rápida adaptação ao clima (CASTAGNOLLI, 1992a). Com isso diversos estudos foram realizados sobre a espécie, promovendo novas tecnologias que aumentaram a rentabilidade, produtividade e a qualidade da tilapicultura (BOECHAT et al., 2015).

A tilápia possui boa aceitação no mercado, devido sua qualidade nutritiva e organolépticas, sendo considerada uma fonte proteica de alto valor biológico e de baixo teor lipídico (RODRIGUES et al., 2013). Esta espécie não apresenta espinhos em forma de “Y” na sua musculatura, sendo o seu filé, apropriado para a indústria (HILDSORF, 1995). A carne da tilápia possui excelente qualidade, favorecendo a aceitação pelo mercado consumidor (CASTAGNOLLI, 1992a).

Estas qualidades associadas ao fato da tilápia aceitar facilmente dietas artificiais desde o estágio larval fazem com que esta espécie apresente grande potencial aquícola (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004; DEGANI e REVACH, 1991). A produção mundial de tilápia foi de 1.115 mil toneladas em 2002, 3.197 mil toneladas em 2012 e 4.525 mil toneladas em 2018, valores que quadruplicaram em quase 20 anos crescendo aproximadamente 5% ao ano (FAO, 2012; FAO, 2020).

Segundo Jolly e Clonts (1992), avanços no setor de produção de formas jovens podem viabilizar o auto fornecimento, dessa forma os produtores dispensariam fornecedores e reduziriam custos. Ainda de acordo com o mesmo autor a reversão sexual do lote para o sexo masculino, no caso da tilápia, é uma tecnologia de produção de formas jovens onde aproximadamente todo os peixes se tornam machos, assim permitindo alcançar lotes mais homogêneos e com tamanho comercial mais rapidamente. A produção de tilápia utilizando lotes monosexo masculino é realizada em função dos machos da espécie crescerem mais que as fêmeas (BAHNASAWY, 2009).

Diversos estudos sobre esta espécie asseguram que sua produção possui viabilidade econômica e grande produtividade, entretanto, os investidores desconhecem as técnicas e os processos produtivos, levando ao controle inadequado, ocasionando muitas vezes no insucesso do empreendimento (BOECHAT et al., 2015). Nesse contexto, a criação de tilápia em sistema

bioflocos apresenta-se como possibilidade para fornecer proteína de qualidade ao crescente mercado de pescado.

As tilápias possuem rastros branquiais bem desenvolvidos possibilitando a alimentação de partículas filtradas da água e utilizando os flocos em suspensão como forma de alimento secundário, assim demonstrando adaptabilidade ao sistema bioflocos (BFT) (AVNIMELECH, 2011). Além disso Choo e Caipang (2015) afirmam que a tilápia tem a capacidade de utilizar eficientemente as bactérias heterotróficas do sistema, logo possibilitando sua produção no BFT.

A produção de juvenis de tilápia neste sistema apresenta potencial para atender a demanda, em regiões onde ocorre a sazonalidade da produção, ocupando um nicho que fornece aos produtores formas jovens em qualquer época do ano, propiciando ciclos curtos de produção com o fornecimento contínuo de pescado para a indústria de beneficiamento evitando sua parada em período de escassez.

2.3 Sistema bioflocos

Nos últimos anos houve crescimento na demanda por pescado, os quais proporcionaram aumento no aprimoramento e desenvolvimento dos sistemas intensivos de produção (THAKUR e LIN, 2003). A produção de organismos aquáticos em sistemas intensivos resulta em maior biomassa produzida por área de produção, entretanto necessita de rações de melhor qualidade e renovação de água. Estes sistemas geram grande quantidade de efluentes ricos em nutrientes, resultante do acúmulo de resíduos metabólitos e ração não consumida (PIEDRAHITA, 2003).

Sistemas intensivos são caracterizados pelo aumento na densidade de estocagem e redução da área de produção, necessitando quase exclusivamente do fornecimento de dietas industrializadas, visto que o meio onde os animais se encontram não fornece alimento suficiente para o desenvolvimento dos mesmos (OSTRENSKY et al., 2008).

Podendo levar a intensificação de manejo, maior risco de doenças, maior uso de tecnologia, etc. Por outro lado, a qualidade de água se tornou um

dos principais fatores de risco em sistemas intensivos, em função dos resíduos excretados pelos animais e a decomposição da ração (CYRINO et al., 2010).

Para minimizar estes problemas, pode-se aumentar os níveis de renovação de água do sistema, entretanto, além do aumento nos custos de produção, a liberação de efluentes ricos em nitrogênio e fósforo pode ocasionar problemas ambientais, eutrofizando o ambiente e até disseminando patógenos no meio (AVNIMELECH, 1999; EMERENCIANO et al., 2013). Sistemas intensivos que utilizem de maneira responsável os recursos hídricos estão ganhando espaço, sendo que uma alternativa é a produção em sistema bioflocos.

Em 1970 no Ifremer – COP (Instituto Francês para a Exploração do Mar, Centro do Oceano Pacífico) foi desenvolvido o Biofloc Technology - BFT, testando o sistema para diversas espécies de peneídeos inclusive o *Litopenaeus vannamei*. Posteriormente, nos anos 90, no Waddell Mariculture Center, várias pesquisas foram desenvolvidas com o *L. vannamei* e a tilápia visando diminuir os impactos ambientais gerados pela aquicultura (EMERENCIANO et al., 2012a).

O BFT visa o equilíbrio de uma densa comunidade microbiana, onde estes microrganismos formam agregados denominados bioflocos, que podem manter este sistema sustentável por longos períodos, pois os microrganismos podem aproveitar restos de ração, fezes e compostos nitrogenados como fonte de nutriente (KUBITZA, 2011). Para que essa comunidade se desenvolva e contribua para a estabilização do sistema é necessário a inclusão de uma fonte de carbono, assim proliferando microrganismos que degradarão os metabólitos nitrogenados convertendo-os em biomassa bacteriana (AVNIMELECH 1999; HARGREAVES 2006).

Por meio da manipulação da relação C:N do sistema é possível promover a degradação dos principais resíduos nitrogenados gerados durante o ciclo produtivo pelas bactérias do ciclo do nitrogênio presentes no sistema, sendo que a amônia transformada em nitrito e consecutivamente em nitrato (forma menos tóxica aos peixes). Como resultado destas transformações, promovidas pela comunidade microbiológica, ocorre a formação da biomassa bacteriana denominada de bioflocos, que possibilita a manutenção da qualidade de água e

pode ser utilizada pelos organismos aquáticos do sistema como fonte de alimento, contribuindo para a nutrição dos mesmos (SILVA et al., 2013).

A produção em sistemas bioflocos é uma alternativa viável para reduzir a poluição ambiental causada pelo despejo de efluentes (THOMAN et al., 2001). Essa tecnologia tem sido uma alternativa para alcançar sustentabilidade na produção de organismos aquáticos, pois as bactérias do sistema convertem os resíduos de peixes em biomassa microbiana melhorando a qualidade da água e reduzindo seu uso (MANDUCA et al., 2021), também pode resolver o problema do elevado custo da terra, pois sua produção intensiva necessita de menos espaço disponível, podendo ser uma alternativa ecologicamente correta para a produção de juvenis de tilápia (GARCÍA-RÍOS et al., 2019). Além disso, uma característica importante do sistema BFT é a biossegurança, pois minimizam a entrada e saída de possíveis agentes patogênicos dificultando o escape acidental dos animais, evitando possíveis danos ao meio ambiente (SAMOCHA et al., 2007, HARGREAVES, 2006).

Em regiões com limitações territoriais, a aquicultura pode contornar esse empecilho aumentando a biomassa de peixes por unidade de área e reduzindo o uso de ingredientes altamente proteicos (SONTAKKE e HARIDAS, 2018). A quantidade de proteína na dieta influencia diretamente na deterioração da qualidade de água, o BFT pode reduzir a quantidade deste nutriente na dieta auxiliando na manutenção da qualidade de água (HISANO et al., 2019).

A produção de peixes no BFT possibilita aumento na produtividade com mínima ou nenhuma renovação de água (DE SCHRYVER et al., 2008). Segundo Emerenciano et al. (2017), este sistema se enquadra na “revolução azul” da aquicultura, pois os nutrientes são continuamente reciclados no sistema e utiliza-se uma troca mínima ou zero de água. Além disso, possibilita uma alta produção de peixes e camarões em pequenas áreas e disponibiliza alimento natural rico em proteínas e lipídios disponíveis in situ 24 horas por dia.

No BFT peixes e camarões são produzidos com densidade mínima de 300 g/m² (EMERENCIANO et al., 2012a). Em 42 dias de experimento, na produção de juvenis de tilápia, foi utilizada uma densidade máxima de 1250 px/m³ onde a produtividade variou de 9,5 a 15 kg/m³ com peso médio final de 12 a 18 g e 96% de sobrevivência, assim demonstrando a adaptação da espécie a

altas densidades, ao sistema e a capacidade do BFT de manter os animais vivos juntamente a qualidade de água em níveis aceitáveis (LIMA et al., 2018).

De acordo com Fauji et al. (2018) o sistema bioflocos também pode ser utilizado com o intuito de aumentar a resistência dos peixes a doenças e estresse ambiental, além da lucratividade devido a maiores densidades de estocagem. Os mesmos autores relatam que na produção de bagre africano em BFT o crescimento e consumo de alimento foi superior ao do controle, logo sugerindo que o sistema bioflocos pode ser utilizado para aumentar a produção desta espécie, eles sugeriram três fatores para explicar esse comportamento: 1- o ambiente do BFT fornece uma boa e estável qualidade de água, 2- os bioflocos serviram como uma fonte adicional de alimento para os peixes e 3- ambiente e consumo de bioflocos reduzem o estresse e a suscetibilidade a doenças.

De acordo com Ekasari et al. (2015a e 2015b), a produção de tilápia em diferentes estágios de vida no BFT demonstra resultados positivos promovendo aumento da produção de larvas pelos reprodutores, sobrevivência e resistência a enfermidades. A utilização dos bioflocos por peixes ou camarões, como alimento complementar, tem demonstrado melhorias na taxa de crescimento, conversão alimentar e redução dos custos associados na alimentação (AVNIMELECH, 2015). A ingestão de bioflocos aumenta o desempenho de crescimento da tilápia e de outras espécies que podem ser produzidas neste sistema (LUO et al., 2014)

De acordo com Crab et al. (2012), o sistema bioflocos, em comparação com sistemas convencionais, oferece uma redução de 30% nos custos com tratamento de água reduzindo sua demanda utilizada na aquicultura. O sistema bioflocos também contribui para a redução de custos com a alimentação dos animais, visto que a biomassa microbiana pode possuir mais de 40% de proteína, podendo representar uma fonte complementar desse nutriente (AZIM & LITTLE 2008; TACON 2002) e também de alguns aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas (CRAB et al., 2012).

O pescado a ser comercializado tem boa parte do seu preço determinado pelos insumos utilizados durante sua produção. No caso da produção de tilápia em sistemas intensivos a ração pode representar de 50 a 75% dos custos, essa variação é influenciada pela conversão alimentar e a temperatura da água (SCHULTER E VIEIRA-FILHO, 2017).

Na produção de tilápias no BFT foram observados baixos índices de conversão alimentar demonstrando a capacidade dessa espécie de consumir o bioflocos. A tilápia-do-nilo consegue assimilar até 25% do material particulado, devido essa habilidade é possível reduzir os custos com alimentação, item com maior relevância nos custos de produção (AVNIMELECH, 2011 e CRAB et al., 2012).

A utilização do sistema bioflocos na aquicultura comercial ainda não tem uma técnica de produção padronizada (SONTAKKE e HARIDAS, 2018). Mesmo apresentando custos de produção e implantação mais elevados, o sistema bioflocos possibilita altas densidades de produção, logo o controle das variáveis de qualidade de água e o correto dimensionamento do sistema são fundamentais para o sucesso da atividade, demandando investimentos no setor e a presença de profissionais qualificados.

2.4. Sistemas de produção e consumo de água

Segundo Valenti et al (2018), a gestão de recursos hídricos visando a prosperidade de uma determinada atividade pode ser interpretada, como ações sustentáveis, dessa forma preconizando o bem-estar a longo prazo dos indivíduos afetados e do meio em que vivem, não abusando do capital natural do planeta, reduzindo o consumo de água e preservando a produtividade aquícola. A geração atual está incumbida de propiciar uma riqueza natural igual ou superior às futuras gerações (WCED, 1987).

Sistemas aquícolas que gerem menor impacto ambiental estão se tornando uma tendência na aquicultura moderna, mas ainda estamos longe dessa realidade. Boas práticas e melhorias na gestão de um empreendimento não significa necessariamente que uma produção é sustentável (BELTON et al., 2009). É notavelmente complexo determinar um sistema aquícola totalmente sustentável, mas é possível identificar a amplitude de uma atividade insustentável a uma atividade sustentável, tanto economicamente quanto ambientalmente, sendo assim imprescindível determinar quais sistemas são mais sustentáveis que outros (VALENTI et al., 2018).

Para obtenção de maior produtividade e sustentabilidade, a aquicultura deve adotar sistemas de produção que permitem maiores densidades,

manutenção da qualidade de água em níveis aceitáveis para a espécie, proporcionar um bom desempenho zootécnico dos animais, mas também devendo se preocupar com a biossegurança e questões ambientais (SILVA et al., 2013).

Alguns fatores podem influenciar o consumo de água, dentre eles os principais são a própria qualidade de água da região, a quantidade de alimento ofertada e a densidade utilizada, pois ambos influenciam na taxa de renovação de água, aumentando seu consumo, pois o sistema depende da renovação para manter a qualidade de água em níveis aceitáveis. O consumo de água na produção de juvenis de tilápia em viveiro pode variar de 25.000 a 35.000 L/kg (JATOBÁ et al., 2019; YACOUT et al., 2016).

Segundo Lima, et al. (2018a), a produção de tilápia em sistema bioflocos demonstra-se bastante eficiente quando se trata da redução do uso da água. Este sistema possibilita reduzir seu consumo hídrico em até 12 vezes, comparando-se a sistemas de produção tradicionais, logo demonstrando sua tendência ambientalmente sustentável.

De acordo com Lima, et al. (2018b), o consumo de água do BFT na produção de juvenis de tilápia variou de 50 a 100 L/kg dependendo da densidade de estocagem, pois a mesma influencia na qualidade de água e sua manutenção, altas densidades aumentam o consumo hídrico. Quando comparado a um sistema de águas claras com renovação, o BFT obteve um consumo de água 95% menor, uma redução de aproximadamente 1.700 L/kg (ZAPATA et al., 2017). Diante destas afirmações a sistema bioflocos apresenta impacto na redução do uso da água pela aquicultura, representando uma forte alternativa em locais com restrições hídricas.

Na aquicultura, os principais impactos ambientais são: introdução de espécies exóticas e a eutrofização de corpos d'água (SILVA et al., 2013). A eutrofização ocorre devido a descarga de efluentes aquícolas, que contem grandes quantidades de matéria orgânica e altas concentrações de nitrogênio e fósforo, assim estimulando a produção primária (THOMAN et al., 2001). Sistemas aquícolas, assim como o BFT, que gerem menores impactos ambientais garantindo alta produtividade e biossegurança são uma alternativa que deve ser levada em consideração no projeto de qualquer empreendimento.

2.5. Custo de produção

O conhecimento dos custos de produção é essencial para o efetivo controle do empreendimento e para o processo de tomada de decisão. Assim, o levantamento de custos se constitui em um método de avaliação de desempenho econômico e técnico da atividade produtiva em questão (SIMOES et al., 2007).

Classificar os itens do custo de produção e os principais critérios que influenciam na rentabilidade, são medidas fundamentais para o contínuo desenvolvimento da atividade piscícola no país. Dessa forma, tomar conhecimento dos aspectos econômicos envolvidos na atividade, leva a identificação de motivos de abandono da atividade e determina a viabilidade do empreendimento (BRABO et al., 2013).

O custo de produção é a soma de todos os valores e serviços utilizados na produção de uma atividade (Matsunaga et al., 1976). Marques (2013) descreve os custos de produção como os valores financeiros dos produtos, serviços ou atividades, que são utilizados para produção de outrem, ou seja, a somatória dos recursos que foram utilizados para produção de determinado produto.

A teoria microeconômica propõe e determina a divisão dos custos de uma atividade, em fixos e variáveis. Os custos fixos estão ligados a produção, não podendo serem alterados os valores utilizados, bem como as quantidades no período determinado do evento ou ciclo produtivo. Estes custos permanecem inalterados independentemente da produção, logo gerando gastos mesmo com o empreendimento inoperante. São exemplos de custos fixos: impostos, juros, custo de oportunidade, depreciação, entre outros (VARIAN, 2000). Dessa forma ocorre uma constância dos valores gastos dentro de um determinado intervalo de tempo, pois não se trata de sacrifícios para fabricação de uma unidade específica” (COLAURO et al., 2004).

Os custos variáveis são itens que oscilam suas quantidades em um mesmo ciclo produtivo ou curto espaço de tempo. Estes valores são diretamente influenciados pela quantidade produzida, reduzindo ou aumentando os custos de acordo com a demanda e até mesmo deixando de existir caso nada seja produzido. São exemplos de custos variáveis: insumos, alimento dos animais, mão de obra, medicamentos e outros (VARIAN, 2000). Estes valores podem

sofrer alterações, sendo influenciados pelo nível ou intensidade produtiva (MELO FILHO e KRUKER, 1990), regulados inclusive pela intenção do empreendimento de fornecer ou não tal produto.

Outro custo importante é o custo de oportunidade, que representa o quanto o investidor poderia ter arrecadado por ter aplicado seu capital em uma alternativa “x” ou “y”, ou seja, “o retorno da melhor alternativa disponível de investimento que foi rejeitada pela decisão de aplicar os recursos em outra (NETO e LIMA, 2014).

Os estudos com avaliação econômica e financeira para peixes em sistema bioflocos são recentes. Sontakke e Haridas (2018) em seu estudo produzindo milkfish (*Chanos chanos*), na fase de alevinagem até o estágio de juvenis e sua comercialização foram testadas visando agregar valor e retorno financeiro, para os produtores com menos investimento de capital usando a tecnologia de bioflocos. Os resultados obtidos após a análise econômica indicam que a produção em bioflocos foi superior à em águas claras e sistema tradicional (tanques escavados). Conforme o mesmo estudo, no BFT os custos com a aquisição das formas jovens representaram 46,1 %, ração 6,4 % e a fonte de carbono 3,7 %, demonstrando que na fase abordada a compra dos animais foi muito impactante.

Na produção de tilápia, em sistema bioflocos durante a fase de crescimento final, os custos com a alimentação têm maior impacto chegando a 60,3 %, seguido da aquisição dos peixes 23,2 % e custo de energia 15,5 % (MANDUCA, et al. 2021).

A produção aquícola em BFT representa uma alternativa de investimento importante para o setor rural brasileiro, pois têm alta probabilidade de retorno financeiro. Em contrapartida, o alto custo operacional do BFT em comparação com o viveiro é um risco a ser considerado, pois este sistema utiliza mais insumos e mão de obra especializada por área produtiva (REGO, et al. 2017).

2.6. Viabilidade econômica

E fundamental avaliar economicamente a viabilidade de empreendimentos (KARIM et al., 2015). Ao se analisar uma atividade e

determinar sua viabilidade econômica é possível compreender todos os custos envolvidos, na implantação e operação, auxiliando dimensionamento de produção, valor do produto final, período de funcionamento e lucro (SANCHES et al. 2014; SABAINI et al. 2015). É possível também simular cenários hipotéticos, com a finalidade de avaliar alternativas, estratégias, possíveis prejuízos e assim buscar o caminho mais eficiente e lucrativo a ser seguido (RITTER et al. 2013).

Uma estratégia muito importante do ponto de vista econômico é estudar os processos produtivos e determinar o custo de produção/operacional de uma atividade. Assim possibilitando a identificação de indicadores econômicos que auxiliem o investidor na tomada de decisão. O Instituto de Economia Agrícola (IEA) de São Paulo desenvolveu uma classificação de custos que possibilita uma melhor avaliação do perfil econômico de uma atividade. Estes custos tornam as decisões mais assertivas, em comparação a outros métodos, Matsunaga et al. (1976) considera:

O Custo Total (CT) como o resultado da soma do Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e a remuneração do capital médio empatado (custo de oportunidade). O COE compreende os desembolsos diretos para compra de insumos (ração, sal, medicamentos, energia, mão-de-obra contratada, etc.) e o COT somando-se o COE à depreciação de máquinas e benfeitorias, a remuneração da mão-de-obra familiar, se possuir. A Receita Total (RT) como as entradas monetárias provenientes das vendas dos animais, os indicadores Margem Bruta ($MB = RT - COE$), Margem Líquida ($ML = RT - COT$) e Lucro ($L = RT - CT$).

2.7. Viabilidade financeira

O fluxo de caixa é a primeira ferramenta para o controle dos dados financeiros de uma empresa, nele são computados todos os valores de do investimento inicial, entradas e saídas, o saldo acumulado e o fluxo acumulado. Assim permitindo que as decisões sejam auxiliadas com base nos efeitos do fluxo de caixa sobre o valor geral da empresa. Utilizando esta ferramenta é possível definir alguns indicadores de viabilidade financeira, dentre eles os mais

utilizados são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL) e Payback (PB) (GITMAN, 2010).

Diante da globalização do cenário econômico mundial e o surgimento de diversas tecnologias, torna-se necessário ao investidor realizar um estudo de viabilidade financeira. Para não se colocar em situações de risco e se deparar com imprevistos, o empreendedor deve estar atento as oportunidades financeiras, levando em consideração a necessidade de possuir um banco de dados com informações detalhadas da produção (JÚNIOR et al., 2007).

A oferta de pescado para o mercado consumidor pode se intensificar mediante ao surgimento de novas tecnologias, melhorias no manejo, descoberta e exploração de novos recursos, (JOLLY e CLONTS, 1992) alavancando a atividade, entretanto o sucesso de um empreendimento aquícola não está ligado apenas a essas melhorias, mas também ao monitoramento econômico-financeiro. Com uma gestão de produção adequada é possível reduzir despesas e aumentar a produtividade, vislumbrando retornos monetários futuros (BUARQUE, 1984; ROCHA et al., 2013).

Analisar o mercado é o primeiro passo para se determinar a viabilidade financeira de um empreendimento, desse modo estreita-se o campo de visão das possibilidades, facilitando a seleção da melhor opção. É preferível a escolha de um negócio com taxa de retorno interessante e rápido, baixo custo, operando com estimativas de venda realistas e orçamentos transparentes. O valor arrecado deve cobrir os custos, em outras palavras, o capital gerado necessita se manter positivo após o abatimento dos gastos (NETO, 2011).

Neto e Lima (2014) afirmam que em uma avaliação financeira, o processo de escolha e execução de decisões progridem visando a valorização e longevidade de um empreendimento, através de um maior índice de rentabilidade em um período futuro. Quando a taxa de retorno necessária transpassa minimamente o valor esperado do investimento as decisões tornam-se mais simples e atraentes tornado a atividade valorosa para os proprietários de capital.

Para se atestar a viabilidade financeira, Bordeaux-Rêgo et al. (2013), descrevem que a longevidade do projeto deve ser levada em consideração, em outras palavras “a vida econômica ou obsolescência, respectivamente, dos equipamentos iniciais do projeto ou do bem ou serviço produzido”.

2.7.1 Valor presente líquido

O valor presente líquido (VPL) pode ser compreendido como o acúmulo de capital do empreendimento ao longo do horizonte de projeção do fluxo de caixa com valores descontados por uma taxa de desconto predeterminada (BUARQUE, 1984). Segundo Neto e Lima (2014) o VPL pode ser encontrado através da “diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento”.

Este indicador é considerado um dos mais importantes para se mensurar a viabilidade de um investimento, podendo demonstrar se o mesmo resultará em lucro ou prejuízo (CLEMENTE et al., 1998). Para o cálculo do VPL pode ser utilizada a seguinte equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{(FCL)}{(1+i)^t}$$

Sendo que:

VPL = Soma algébrica de todos os valores líquidos descontados para o momento presente;

FCL = Valor das entradas menos as saídas de cada período;

t = Número de períodos ou horizonte do investimento ou empreendimento

i = Taxa de desconto aplicada ao saldo de caixa.

A taxa de desconto é utilizada para avaliar a atratividade do investimento, levando em conta o custo de oportunidade do capital do projeto, também conhecida como a taxa mínima de atratividade (TMA). Será viável o projeto que apresentar um VPL positivo.

2.7.2 Taxa interna de retorno

De acordo com Gitman (2010) a taxa interna de retorno consiste na taxa de desconto, por consequência igualando o VPL ao investimento inicial, ou seja, tornando-o zero. Para isso deve-se considerar o valor da TIR para decisão de

implantação do projeto, logo se o TIR for superior a TMA é considerada viável, entretanto se a TIR for inferior é inviável. Dentre as técnicas de orçamento de capital, a taxa interna de retorno é, certamente, a mais utilizada. A taxa interna de retorno pode ser representada pela seguinte equação:

$$TIR = \frac{(FLC)}{(l + i)^n} = 0$$

Sendo que:

TIR = A taxa que iguala o VPL a zero.

2.7.3 Índice de lucratividade

O índice de lucratividade (IL), ou índice benefício-custo, é a divisão do VPL pelo investimento inicial, dessa forma, em termos financeiros, determina quanto o negócio oferece de retorno monetário para cada unidade monetária investida (NETO e LIMA, 2014). Este indicador pode ser considerado um aprimoramento ou variante do VPL, também fazendo parte do conceito de rentabilidade de um empreendimento (CLEMENTE et al., 1998).

De acordo com Neto e Lina (2014), por meio do valor determinado pelo IL é possível realizar uma análise de aceitação ou rejeição do investimento, o critério para tal decisão é descrito da seguinte forma: o projeto deve ser aceito caso o IL encontrado seja maior que um, em contrapartida, caso o valor do índice for menor que um, a possibilidade de implantação do projeto deve ser rejeitada, pois a atividade diante dessa aplicação econômica se torna inviável. O índice de lucratividade pode ser representado pela seguinte equação:

$$IL = \frac{VPL}{I^0}$$

Sendo que:

IL= Índice de lucratividade;

I0 = Investimento inicial.

2.7.4 Payback

O payback (PB) ou período de recuperação de capital (PRC), é o período necessário para recuperação do capital financeiro utilizado para a implantação de um investimento (NETO e LIMA, 2014). Este indicador pode ser utilizado para determinar o risco presente em um investimento, dessa forma, quanto maior o tempo para recuperação do investimento menos atrativo é o projeto (CLEMENTE et al., 1998).

Para utilizar o PB a fim de determinar a aceitação do projeto, o avaliador deve estipular um prazo máximo de retorno do investimento. Este é um prazo até quando o investidor deseja ter de volta o dinheiro investido e servirá de base para a avaliação. Quaisquer projetos que tenham prazo de retorno superior ao máximo não serão aceitos. Entretanto, se o período de recuperação do investimento for igual ou inferior ao prazo máximo, este será aceito. (NETO, 2011, p. 225).

Para tal o payback pode ser representando pela seguinte equação:

$$PB = \sum_{t=0}^k \frac{(FCL)}{(1+i)^k} \geq 0$$

Sendo que:

FCL = Fluxo de caixa líquido esperado pela entrada de caixa (fluxos líquidos operacionais);

k = Período de tempo em que o saldo acumulado é ≥ 0 ;

i = Taxa de desconto (juros) considerado para atualizar o fluxo de caixa.

3. OBJETIVOS

Avaliar a viabilidade econômica, financeira da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. L. B. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 198-203, Feb. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000100032>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

AVNIMELECH, Y. C/N ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, Issues 3–4, p. 227-235, 15 June 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X). Acesso em: 20 de novembro de 2020.

AVNIMELECH Y. Tilapia Production Using Biofloc Technology: Saving Water, Waste Recycling Improves. **Global Aquaculture Advocate**, p. 66-68, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285805143_Tilapia_production_using_biofloc_technology_saving_water_waste_recycling_improves_economics. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

AVNIMELECH, Y. Biofloc technology—A Practical Guide book. **World Aquaculture Society**, Louisiana, 2012.

AVNIMELECH, Y. Biofloc Technology – A Practical Guide Book. 3rd ed. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, United States. 2015.

AYROZA, L.M.S. Criação de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em Tanques-rede, na Usina Hidrelétrica de Chavantes. Tese (Doutorado em Aquacultura), Programa de Pós-graduação em Aquacultura, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. 92 p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100248>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

AZIM, M. E. 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, Issues 1–4, p. 29-35, 1 October 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

BAHNASAWY, M. H. Effect of Dietary Protein Levels on Growth performance and Body Composition of Monosex Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Reared in Fertilized Tanks. **Pakistan Journal of Nutrition**, 8: 674-678, 2009. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.674.678>. Acesso em: 14 de janeiro de 2021.

BELTON, B., LITTLE, D., GRADY, K. Is Responsible Aquaculture Sustainable Aquaculture? WWF and the Eco-Certification of Tilapia', **Society & Natural**

Resources 22 (9), 840–855, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08941920802506257>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2020.

BOECHAT F.P. et al. Avaliação econômica de uma atividade piscícola de água doce no norte do Espírito Santo, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 2, 2015. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/3619>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

BORDEAUX-RÊGO, R. et al. Viabilidade econômico-financeira de projetos. **FGV**, 4. ed., 2013.

BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. 1990.

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. 56-64, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/963689/1/Rodrigo.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

BUARQUE, C. Avaliação econômica de projetos. **GEN Atlas**, 1. Ed., 1984.

CASTAGNOLLI, N. Criação de peixes de água doce. FUNEP, Jaboticabal, SP, 189 p., 1992a.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: FUNEP, 189 p., 1992b.

CHOO, H. X. e Caipang, C. M. A. Biofloc technology (BFT) and its application towards improved production in freshwater tilapia culture. **Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society** (AACL Bioflux), v. 8, Issue 3, 2015. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153242150>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

CLEMENTE, A. Projetos empresariais e públicos. **Atlas**, 1998.

COLAURO, R. D. et al. O custeio variável e o custeio-alvo como suportes às decisões de investimentos no desenvolvimento de novos produtos. **BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 1, n. 2, 2004. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WOzd3gEMPKMJ:revistas.unisinos.br/index.php/base/article/view/6442/3586+&cd=4&hl=pt-BR&ct=clnk&qI=br>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

COWARD, K. e BROMAGE, N.R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, vol. 10, n. 1, p. 1-25, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008942318272>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

CRAB, R. et al. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v. 270, Issue 1-4, p. 1-14, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848607004176>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

CRAB, R., et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356–357, p. 351-356, 1 August 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>. Acesso em: 20 de março de 2020.

CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

DEGANI, G.; A. REVACH. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture Research**, v.22, p.397-403, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00753.x>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

DE SCHRYVER, P. et al. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, Issue 3-4, p. 125–137, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

EKASARI, J. et al. Biofloc-based reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. broodstock. **Aquaculture Research**, v. 46, Issue 2, p. 509-512, 2015a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.12185>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

EKASARI, J. et al. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, 441, 72-77, 2015b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

EL-SAYED, A. **Tilapia culture**, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303562844_Tilapia_Culture. Acesso em 26 de outubro de 2020.

EMERENCIANO, M. et al. Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. **Aquaculture Research**, v. 44, n. 1, p. 75-85,

2012a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03012.x>. Acesso em 29 de março de 2019.

EMERENCIANO, M., GAXIOLA, G. e CUZON, G. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. **Biomass Now - Cultivation and Utilization**, Cap.12, 2013. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/biofloc-technology-bft-a-review-for-aquaculture-application-and-animal-food-industry>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

EMERENCIANO, M.G.C., et al. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in Aquaculture. **Water Quality**, capítulo 5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/66416>. Acesso em: 10 de março de 2021.

ENGLE, C. R. Aquaculture Economics and Financing: Management and Analyses. Wiley-Blackwell, Oxford, 2010.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2012**, Rome, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i2727e.pdf>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**, Rome, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

FAUJI, H., BUDIARDI, T. e EKASARI, J. Growth performance and robustness of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in biofloc-based nursery production with different stocking densities. **Aquaculture Research**, v. 49, Issue 3, p. 1339-1346, março de 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.13595>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

FIRETTI, R.; GARCIA, S. M. E SALES, D. S. Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura. **Artigo em Hypertexto Infobibos**, 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Planejamento/Index.htm. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

GARCÍA-RÍOS, L. et al. Biofloc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: Emphasis on commercial applications. **Aquaculture**, v. 502, p. 26-31, março de 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.057>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

GITMAN, L. J. Princípios de administração financeira. **Pearson Universidades**, 12. ed., 2010.

HARGREAVES, J. A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v. 34, Issue 3, p. 344-363, May 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center—SRAC**, EUA, 2013. Disponível em: https://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_4503_biofloc_production_systems_for_aquaculture.pdf. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

HILDSORF, A.W. Genética e cultivo de tilapias-vermelhas: uma revisão. Boletim do Instituto de Pesca, vol. 22, p.73-84, 1995.

HISANO, H. et al. Dietary protein reduction for Nile tilapia fingerlings reared in biofloc technology. **Jornal of the Aquaculture Society**, 51(2):452-462, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jwas.12670>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

HISANO, H. et al. Effect of feeding frequency on water quality, growth, and hematological parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared using biofloc technology. **Journal of Applied Aquaculture**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10454438.2020.1715909>. Acesso em: 20 de dezembro de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>. Acesso em: 14 de dezembro de 2020.

JATOBÁ, A., BORGES, Y.V., SILVA, F.A. BIOFLOC: sustainable alternative for water use in fish culture. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 71, n. 3, p. 1076-1080, 2019. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10309>. Acesso em: 28 de março de 2021.

JOLLY, C. M. e CLONTS, H. A. (1992). Economics of aquaculture. **Food Products Press**, 1992.

JÚNIOR, W. T. et al. Análise expedita de viabilidade econômico-financeira de investimento imobiliário aplicada a empreendimento residencial unifamiliar – um estudo de caso. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, 2007. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/58>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

KARIM, H. M. et al. Viabilidade econômica da produção do camarão-do-Pantanal (*Macrobrachium pantanalense*). **Boletim Instituto de Pesca, São Paulo**, v. 41, n. 1, p. 103-112, 2015.

KUBITZA, F. Criação de tilápias em sistema de bioflocos sem renovação de água. **Panorama da aquicultura**, v. 21, n. 125, 2011. Disponível em: http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan125_Kub_bioflocos_piscicultura.pdf. Acesso em: 25 de julho de 2019.

KUHN, D.D. et al. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. **Aquaculture**, v. 296, Issue 1-2, p. 51-57, 1 de novembro de 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848609006619>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

LIM, C. e WEBSTER, C. D. Tilapia: biology, culture, and nutrition. New York, Food Products Press, 704 p., 2006.

LIMA, E. B. Contabilidade de Custos. Conselho Regional de Contabilidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://webserver.crcrj.org.br/APOSTILAS/A0084P0449.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

LIMA, E.C.R. et al. Culture of Nile tilapia in a biofloc system with different sources of carbon. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, p. 458-466, jul-set, 2018. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1806-6690.20180052>. Acesso em: 22 de junho de 2019.

LIMA, P.C.M. et al. Nile tilapia fingerling cultivated in a low-salinity biofloc system at different stocking densities. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5424/sjar/2018164-13222>. Acesso em: 12 de março de 2021.

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, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>. Acesso em: 13 de janeiro de 2021.

MELO FILHO, G. A. e KRUKER, J. M. Custo de produção de trigo na região de Dourados, MS, safra 1990. Embrapa-UEPAE Dourados, n. 38, p. 1-11, março de 1990. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/236821/custo-de-producao-de-trigo-na-regiao-de-dourados-ms-safra-1990>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

MANDUCA, L. G. et al. Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange. **Aquaculture**, v. 530, janeiro de 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735814>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

MARIM, W. C. Análise de alternativas de investimento: uma abordagem financeira. **Atlas**, 2. Ed., 1980.

MARQUES, Wagner Luiz. Viabilidade econômica. **Clube de Autores**, 2. ed., 2013.

MATSUNAGA M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, p. 123-139, 1976. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=11566>. Acesso em: 02 de agosto de 2021.

MPA. **Melhoramento Genético da Tilápia**, 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/12/governo-federal-investe-no-melhoramento-genetico-da-tilapia>. Acesso em 13 de maio de 2019.

NETO, A. A. e LIMA, F. G. Curso de administração financeira. **Atlas**. 3ª ed., 2014.

NETO, J. F. C. Excel para profissionais de finanças. **Elsevier Editora Ltda**, 2. ed., 2011. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books/excel-para-profissionais-de-financas-2-edicao/correia-neto/978-85-352-4523-3>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. E SOTO, D. **Aquacultura no Brasil. O desafio é crescer**. Brasília, 276 p., 2008. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/produto/2299/>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

OTOSHI, C.A. et al. Establishing nitrifying bacteria in super-intensive biofloc shrimp production, **Global Aquaculture Advocate**, v. 14, n. 4, p. 24-26, 2011. Disponível em: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/establishing-nitrifying-bacteria-in-super-intensive-biofloc-shrimp-production/>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

PEIXE BR, **Anuário brasileiro da piscicultura**, 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/>. Acesso em: 10 de março de 2021.

PIEDRAHITA, R. H. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture**, v. 226, Issues 1–4, p. 35-44, 31 October 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00465-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00465-4). Acesso em: 20 de novembro de 2020.

REGO, M. A. S. et al. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. **Aquacult Int**, 25, p. 473–483, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7>. Acesso em 13 de setembro de 2020.

REGO, M. A. S. et al. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. **Aquaculture**, v. 469, p. 67-71, 20 de fevereiro de 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

RITTER, F. Análise da viabilidade econômica do policultivo de carpas, jundiás e tilápias-do-nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology**, Itajaí, v. 2, n. 17, p.27-35, mar. 2013.

ROCHA, C. M. C. et al. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 1–3, Brasília, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013000800003. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

RODRIGUES, A. P. O. et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Embrapa, Brasília, DF, 2013.

SABAINI, D. S., CASAGRANDE, L. P. e BARROS, A. F. Viabilidade econômica da criação do pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma* spp.) em tanques-rede no estado de Rondônia, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 4, n. 41, p.825-835, jul. 2015.

SAMOCHA, T.M., et al. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*, **Aquacultural Engineering**, v. 36, Issue 2, p. 184-191, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014486090600094X>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

SANCHES, A. L. R. Análise econômica da prevenção e controle do cancro cítrico no estado de São Paulo. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 52, n. 3, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000300008>. Acesso em: 02 de agosto de 2021.

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**, TD 2328, 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30962&Itemid=424. Acesso em: 7 de novembro de 2020.

SHANG, Y. C. Aquaculture economic analysis: an introduction. **World Aquaculture Society**, 1990.

SILVA, K. R. et al. Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **World Aquaculture Society**, v. 44, issue 1, p. 30-41, 2013. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jwas.12009>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

SIMÕES, A. R. P., MOURA, A. D. e ROCHA, D. T. Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 1, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.25070/rea.v5i1.97>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

SONTAKKE, R. e HARIDAS, H. Economic Viability of Biofloc Based System for the Nursery Rearing of Milkfish (*Chanos chanos*). **Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci**, 7(8): 2960-2970, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.314>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

SOUZA, E., PONTUSCHKA, R., SOUSA, R. Viabilidade econômica do uso de aerador para o cultivo semi-intensivo de Tambaqui em tanques escavados. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 1, p. 50-61, 9 fev, 2017. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3075>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

TACON, A. G. J. et al. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, p. 121-137, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00199.x>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

THAKUR, D. P. e LIN, C. K. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquacultural Engineering**, v. 27, Issue 3, p. 159-176, March 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00055-9). Acesso em: 20 de novembro de 2020.

THOMAN, E. S. A nitrogen budget for a closed, recirculating mariculture system. **Aquacultural Engineering**, v. 24, Issue 3, p. 195-211, April 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00070-4](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00070-4). Acesso em: 25 de outubro de 2020.

VARIAN, H.R. Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: **Campus**, 2000.

VALENTI, W.C. et al. Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. **Ecological Indicators**, v. 88, p. 402-413. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X17308646>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

VERANI, J. R. Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre tilapia-do-nilo *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (SCHNEIDER, 1801) – aspectos quantitativos. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). **Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**. 116 p., 1980.

VICENTE, I.S.T. e FONSECA-ALVES, C.E. (2013) - Impact of Introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Non-native Aquatic Ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 3, p. 121-126. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258201912_Impact_of_Introduced_Nile_tilapia_Oreochromis_niloticus_on_Non-native_Aquatic_Ecosystems. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

WCED. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, 1987.

YACOUT, D.M.M., SOLIMAN, N.F. e YACOUT, M.M. Comparative life cycle assessment (LCA) of Tilapia in two production systems: semi-intensive and intensive. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, p. 806-819, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1061-5>. Acesso em: 28 de março de 2021.

ZAPATA, K.P.L. et al. Cultivo de alevines de tilapia en sistema biofloc bajo diferentes relaciones carbono/nitrógeno. **Boletim do Instituto de Pesca** 43 (3): 399-407, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n3p399>. Acesso em 13 de março de 2021.

ZIMMERMANN, S. e FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. **Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática**. TecArt, São Paulo, cap. 9, p. 239-266, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272814655_Tilapicultura_Intensiva. Acesso em 25 de outubro de 2020.

Artigo científico redigido conforme normas adaptadas da revista "Aquaculture Economics & Management", excetuando-se o idioma.

CAPÍTULO 2- ANÁLISE ECONÔMICA E DE RISCO DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA BIOFLOCOS

Chapter 2- ECONOMIC AND RISK ANALYSIS OF THE PRODUCTION OF TILAPIA JUVENILES IN A BIOFLOC SYSTEM

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica e o risco associado à produção de juvenis de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos. Foram utilizados 60.000 alevinos sexualmente revertidos para machos com peso inicial médio de 5 g numa densidade de 750 peixes/m³. Foi utilizado um tanque circular de 80 m³ como modelo de produção sem renovação de água e com aeração constante instalado em estufa. O estudo teve duração de 60 dias, entre os meses de julho e agosto de 2018. Os dados econômicos utilizados foram valores de mercado praticados na região de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Os indicadores utilizados seguiram o critério de custo operacional e foram calculados os indicadores de: Margem Bruta (MB), Margem Líquida (ML) e Lucro (L). Foram analisados cenários em função de variações dos preços dos insumos e da sobrevivência. Também foram realizadas simulações, afim de determinar as probabilidades dos resultados econômicos usando a técnica de Monte Carlo. A produção obtida foi de 48 milheiros de tilápia, com peso médio de 27 g e sobrevivência de 80 %. Os itens com maior impacto nos custos foram a aquisição da estufa e dos alevinos que representaram 27,64 % (investimento inicial) e 33,24 % (custo operacional) respectivamente. A análise mostrou que o sistema é viável no curto prazo e no longo prazo, sendo capaz de cobrir todos os custos e gerar lucro, exceto no cenário pessimista. A análise de risco mostrou que em 87,29 % das simulações obtiveram lucro positivo, ressaltando a segurança desta atividade.

Palavras-chave: Produção de peixes, BFT, Simulação, Lucro.

Abstract

This study aimed to analyze the economic viability and the risk associated with the production of Nile tilapia juveniles in a biofloc system. We used 60,000 fingerlings sexually reverted to males with an average initial weight of 5 g at a density of 750 fish/m³. A circular tank of 80 m³ was used as a production model without water renewal and with constant aeration installed in a greenhouse. The study lasted 60 days, between the months of July and August 2018. The economic data used were market values practiced in the region of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil. The indicators used followed the operating cost criterion and the following indicators were calculated: Gross Margin (MB), Net Margin (ML) and Profit (L). Scenarios were analyzed in terms of variations in input prices and survival. Simulations were also carried out in order to determine the probabilities of economic results using the Monte Carlo technique. The yield obtained was 48

thousand tilapia, with an average weight of 27 g and 80% survival. The items with the greatest impact on costs were the acquisition of the greenhouse and fingerlings, which represented 27.64% (initial investment) and 33.24% (operating cost) respectively. The analysis showed that the system is viable in the short term and in the long term, being able to cover all costs and generate profit, except in the pessimistic scenario. The risk analysis showed that in 87.29% of the simulations they obtained a positive profit, highlighting the safety of this activity.

Keywords: Fish production, BFT, Simulation, Profit.

INTRODUÇÃO

De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, estima-se que a produção global de peixes alcançou cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, sendo que a aquicultura contribuiu com 52% dos peixes para consumo humano (FAO, 2020). Em função da estagnação da atividade pesqueira ocasionada pela intensa exploração dos estoques naturais, a aquicultura assume importante papel para suprir a crescente demanda mundial por pescado com crescimento médio de 5,3% ao ano, no período de 2000 a 2018, ressaltando o seu importante papel na segurança alimentar e nutricional mundial (FAO, 2020).

A tilápia-do-nilo é uma das espécies mais produzidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e se destaca em função da sua rusticidade, fácil manejo e reprodução, rápido crescimento, adaptação ao clima e altas densidades, boa aceitação no mercado, ausência de espinhos em forma de “Y”, qualidade nutritiva e organolépticas, sendo considerada uma fonte proteica de alto valor biológico e de baixo teor lipídico (Castagnolli, 1992a; Hildsorf, 1995; Rodrigues et al., 2013). No Brasil é a principal espécie de peixe da aquicultura, sendo que em 2020, a produção atingiu 486.155 toneladas, representando 60,6 % de toda a produção de peixes do país. (PEIXE BR 2021).

Para atender à crescente demanda pelo consumo de pescado com segurança e qualidade, a aquicultura deve adotar sistemas de produção que permitam maiores densidades, que mantenham a qualidade de água em níveis aceitáveis para a espécie, garantam ótimo desempenho zootécnico aos animais, e também atenda a biossegurança e questões ambientais (Silva et al., 2013).

O sistema bioflocos (BFT) atende a estas características, pois possui alta eficiência hídrica, podendo reduzir o consumo de água em mais de 90%, o que consequentemente impacta na redução da descarga de efluentes para o meio

ambiente (Avnimelech, 2012; Hargreaves, 2013; Lima et al., 2018b). O sistema também mantém a qualidade de água em níveis adequados, e possibilita densidades que ultrapassam mil peixes por metro cúbico, produtividade acima de 30 kg/m³ e taxas sobrevivência de 100% (Luo et al., 2014; Lima et al., 2018a; Hisano et al., 2021; Khanjani et al., 2021).

A utilização de juvenis de tilápia (15 a 20g) para povoamento inicial principalmente em tanques-rede e também para viveiros, vêm se tornando uma tendência no Brasil. Segundo Hisano et al. (2020), a produção de juvenis de tilápia tem um mercado pouco explorado e o sistema BFT pode ser uma alternativa pois já podem ser vacinados, além desta espécie nos estágios iniciais possuem alta capacidade de assimilar alimento natural particulado do sistema, reduzindo os custos operacionais do empreendimento.

Afim de ampliar a informação para o produtor sobre os riscos do sistema de produção, torna-se necessário a análise econômica. Dessa forma os produtores e investidores tomarão conhecimento quanto ao emprego deste modelo produtivo (Rego et al., 2016). No entanto, são escassos os estudos que avaliam os aspectos econômicos e os riscos desta atividade, dificultando a tomada de decisão por parte do produtor.

A imprevisibilidade do mercado e do ambiente tornam difícil de prever os resultados de um investimento, o que gera insegurança na adoção de novas tecnologias. Portanto, é essencial considerar os riscos das principais variáveis que afetam o projeto e sua probabilidade de ocorrência (Woiler e Mathias, 1996), identificando-as e criando estratégias para minimizar os riscos (Casarotto Filho e Kopittke, 2000).

A análise de risco pelo método Monte Carlo é uma das formas utilizadas para evitar essas incertezas e determinar o risco de uma atividade incertas (Mendonça et al., 2009), uma vez que o método consiste na geração de uma série de números pseudoaleatórios previamente estabelecidos com seus valores distribuídos de acordo com uma função e parâmetros identificados na histórica de dados, podendo utilizar indicadores simultâneos para determinação de risco (Simoies e Gouvea, 2015).

Nesse sentido, a produção de juvenis tilápia-do-nilo em sistema bioflocos é uma alternativa para o aumento da produção de proteína animal de alta qualidade e de forma sustentável. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar

a viabilidade econômica e o risco associado à produção de juvenis de tilápia-do-nylo em sistema bioflocos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os valores referentes ao investimento inicial e os gastos durante a produção, juntamente aos dados do desempenho zootécnico foram fornecidos pela Itaipu Binacional - Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, onde o estudo foi conduzido. Foram utilizados 60.000 alevinos revertidos para macho de tilápia-do-nylo com peso médio inicial de 5 g e na densidade de 750 peixes por metro cúbico. A unidade produtiva continha um tanque circular de 80 m³ sob uma estufa de 144 m² (Anexo 1, 2 e 3), com sistema de aeração, decantação e gerador de energia. Durante o ciclo não houve renovação de água, somente reposição da água perdida por evaporação.

Foi acompanhado um ciclo produtivo de 60 dias, durante os meses de julho e agosto de 2018. A despesca foi realizada quando os animais atingiram o peso médio de 27 g. Para a alimentação destes animais foi utilizada ração comercial contendo 40% de proteína bruta. A frequência alimentar foi de quatro vezes ao dia e a taxa de alimentação de 2 a 3% da biomassa, mas sempre levando em consideração a saciedade aparente dos animais e os níveis de oxigênio da água. Foram realizadas biometrias para acompanhar o desenvolvimento dos peixes.

As variáveis de qualidade de água se mantiveram em níveis adequados em todo o período de produção. A temperatura média foi de 24,39±2,32 °C, oxigênio médio 4,65±1,11, sólidos sedimentáveis médio 40,27±11,19, amônia média 0,91±1,17, nitrito médio 9,73±5,90, nitrato médio 16,83±15,59, pH médio de 7,33±0,42 e alcalinidade média 185,98±88,53.

Os indicadores de viabilidade econômica utilizados foram determinados de acordo com a metodologia de Matsunaga et al. (1976), para caracterizar o perfil econômico da atividade. Os seguintes itens de custo e receitas foram determinados e avaliados:

Receita Total (RT): foi composta por todas as entradas monetárias provenientes da venda dos animais.

Custo Operacional Efetivo (COE): corresponde aos desembolsos diretos para compra de insumos e os juros sobre o capital de giro.

Custo Operacional Total (COT): somando-se o COE a depreciação e o pró-labore.

Custo Total (CT): seu valor é determinado quando se soma ao COT a remuneração do capital médio empatado (custo de oportunidade do capital).

Com base nesses itens de custos e receitas, a classificação apresenta os seguintes indicadores para avaliação econômica:

Margem Bruta (MB): $RT - COE$

Margem Líquida (ML): $RT - COT$

Lucro (L): $RT - CT$

Os possíveis cenários foram gerados a partir dos indicadores de viabilidade econômica, provenientes da variação dos preços dos insumos mais relevantes no sistema de produção de acordo com os trabalhos de Barros et al. 2014 e Rego et al. 2016, que foram estipulados em:

Cenário pessimista: determinado um aumento em 20 % nos custos para aquisição dos animais e da ração, redução do preço de venda em 20 % e sobrevivência de 60 %.

Cenário otimista: determinado uma redução em 20 % nos custos para aquisição dos animais e da ração, aumento do preço de venda em 20 % e sobrevivência de 100 %.

Para a análise de risco econômico foram simuladas duas mil interações pelo método Monte Carlo seguindo a metodologia adaptada de Noronha (1987). Devido à ausência de séries históricas dos preços das variáveis de entrada, foram utilizados os mesmos valores sob o coeficiente de variação de 20 % e a distribuição da probabilidade foi uniforme. As variáveis de entrada utilizadas foram os custos com aquisição dos animais, ração e o preço de venda, além da variação da sobrevivência entre 60 a 100%, que foi baseada em dados da literatura. A variável de saída escolhida para determinação do risco foi o lucro, pois pode ser facilmente comparada com outras atividades. Como resultado das simulações foi determinado o risco/chance da atividade gerar perdas monetárias ($\text{Lucro} < 0$).

A mão de obra permanente utilizada foi composta por um funcionário responsável por todas as atividades, com remuneração definida com base no salário de R\$ 2.559,68 ao mês (oito horas por dia) (Brasil, 2021). Entretanto, como a análise foi somente para um tanque, foi considerado uma média de

quatro horas efetivas (R\$ 1.279,84 ao mês) para as atividades gerais. O pró-labore foi definido como 5% da receita total por mês.

A depreciação foi definida pela durabilidade dos equipamentos e materiais recomendadas pelo fabricante, utilizando o método linear com valor residual igual a zero. O juro sobre o capital de giro e o custo de oportunidade do capital fixo foram definidos a 6 % ao ano baseada na taxa SELIC. Os preços foram coletados em agosto de 2021 em valores nominais expressos em Reais.

RESULTADOS

Avaliação econômica determinística

O investimento inicial para a produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos foi estimado em R\$ 51.534,14. O maior valor de despesa para implantação foi o item estufa (27,64 %), os demais itens estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 Investimentos iniciais para a produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

Itens	Valor (R\$)	(%)	Vida útil (Anos)
<i>Estruturas</i>			
Terreno (144m ²)	2.273,76	4,41	-
Estufa (12x12m) ^a	14.242,00	27,64	10
Tanque circular (80 m ³)	7.350,00	14,26	5
<i>Equipamentos</i>			
Sistema de limpeza ^b	6.414,00	12,45	10
Gerador 6kva Trifásico	7.729,00	15,00	10
Bomba submersa	916,00	1,78	10
Sistema de aeração ^c	3.933,00	7,63	10
Oxímetro digital	1.783,90	3,46	5
EPI ^d	405,80	0,79	1
Balança	250,00	0,49	10
Apetrechos de pesca ^e	1.093,80	2,13	2
<i>Documentação</i>			
Licenciamento ^f	5.142,88	9,98	-
Total	51.534,14	100,00	

^a Estufa agrícola 12x12 m (144 m²).

^b Filtro ciclone 2000 L, sistema de drenagem tubular e tanque decantador de sólidos.

^c Compressor radial 0,38 CV e aerador chafariz 1,5 CV trifásico.

^d Equipamento de proteção individual: Dois macacões de pesca impermeáveis e dois pares de botas de PVC.

^e Redes de arrasto 2 und (10 m /12 mm), tarrafas 2 und (2,5 m /8 mm) e puçás de pesca (2 und).

^f Licenciamento ambiental e outorga do uso da água.

Os indicadores de desempenho zootécnico estão descritos na tabela 2.

Tabela 2 Indicadores zootécnicos da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos após 60 dias.

Indicadores	Unidade	Valor
Nº inicial de peixes	Peixe	60.000
Peso médio inicial	g	5
Peso médio final	g	27
Densidade	Peixe/m ³	750
Produtividade inicial	kg/m ³	3,75
Produtividade final	kg/m ³	16,18
Sobrevivência	%	80
Ganho de peso médio	g	22
Ganho em biomassa	kg	994,38
Consumo de ração	kg	1124
Conversão alimentar	-	1,13

A produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos demonstrou-se viável economicamente (Tabela 3). Nos custos da atividade, a aquisição dos alevinos representou a terça parte dos gastos por ciclo. Além disto, a produção apresentou viabilidade no curto prazo ($MB > 0$), viabilidade no longo prazo ($ML > 0$) e valores economicamente atrativos ($L > 0$) quando comparados ao custo de oportunidade de 6 % ao ano.

Análise de cenários e sob condições de risco

Os resultados dos cenários estão demonstrados na Tabela 4. A redução da receita total e sobrevivência conjugada com o aumento nos custos inviabilizaram a atividade no curto prazo para o cenário pessimista (margem bruta negativa). O cenário otimista mostrou que a alta produtividade proveniente do aumento da sobrevivência, da receita total e a redução nos custos totais resultaram em 284,74 % de aumento no lucro da atividade em relação ao cenário realista.

Tabela 3 Avaliação econômica da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

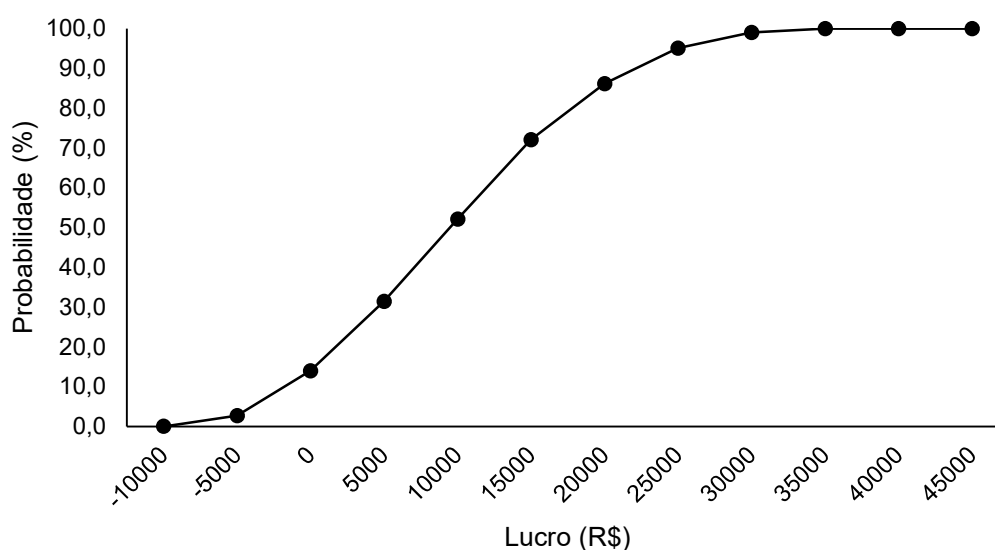
	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	(%)
Alevinos	Peixe	60.000	12.000,00	33,24
Ração (40% PB)	kg	1124	8.092,80	22,42
Energia	kWh	1,49	538,37	1,49
Cal agrícola	kg	112,40	101,16	0,28
Mão de obra	Funcionário	1	2.559,68	7,09
Fonte de Carbono (Açúcar)	kg	56,2	135,43	0,38
Sal marinho	kg	240	268,70	0,74
Análise de água	Kit	1	269,90	0,75
Assistência técnica	Mês	2	1.600,00	4,43
Juros (Capital de giro)			155,00	0,43
COE			25.721,04	-
Depreciação			1.021,31	2,83
Pró-labore	Mês	2	9.108,60	25,23
COT			35.850,96	-
Custo de oportunidade			252,11	0,70
CT			36.103,06	100,00
Produção final	kg		1.294,38	-
Preço de venda	R\$/kg		35,19	-
Receita Total	R\$/ciclo		45.543,00	-
Margem bruta			19821,96	-
Margem líquida			9692,04	-
Lucro			9439,94	-

Tabela 4 Diferentes cenários na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.

	Pessimista	Realista	Otimista
Receita Total (RT)	27.360,00	45.958,84	68.400,00
Custo Operacional Efetivo (COE)	27.320,88	25.670,09	21.702,48
Custo Operacional Total (COT)	37.450,79	35.800,00	31.832,40
Custo Total (CT)	37.702,90	36.052,11	32.084,50
Margem Bruta (MB)	39,12	20.288,75	46.697,52
Margem Líquida (ML)	-10.090,79	10.158,84	36.567,60
Lucro (L)	-10.342,90	9.906,73	36.315,50

Ao avaliarmos o risco econômico da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos pela simulação de Monte Carlo, foi observado que, a probabilidade de ocorrência dos valores de $L < 0$ foi de 12,71 % (Figura 1).

Figura 1 Distribuição de probabilidade acumulada do lucro na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos.



DISCUSSÃO

O item de maior custo para implementação da produção de juvenis em sistema bioflocos foi a estufa, que representou 27,64 % do investimento inicial. Considerando as condições climáticas do município de Foz do Iguaçu, PR, Brasil, onde o estudo foi desenvolvido, a temperatura anual média é de 21,29 °C e durante os meses mais frios (outono e inverno) é de 16,93 °C (INMET, 2020), o que justifica o uso de estufas para manutenção da temperatura da água, permitindo que a produção seja contínua ao longo dos meses mais frios. No entanto, mesmo nestas condições climáticas, o uso desta estrutura não é obrigatório, porém o ciclo produtivo poderá ser prejudicado, cabendo ao produtor uma avaliação do custo, benefício e potencial risco. Por outro lado, em regiões que apresentam temperatura média anual acima de 25 °C não existe a necessidade do uso de estufas, o que reduz significativamente o investimento inicial e o custo de produção dos juvenis e manutenção do sistema.

O custo operacional mais significativo foi com a aquisição dos alevinos, que representou 33,24%, seguido das despesas com a ração que totalizaram 22,42%. Corroborando com estes resultados, Sontakke e Haridas (2018) estudando o milkfish (*Chanos chanos*) identificaram que a compra dos peixes representou 46,13 % dos custos, enquanto a ração e fonte de carbono contribuíram com 6,37 % e 3,72 % respectivamente, demonstrando que para

produção de juvenis, a compra de alevinos tem grande impacto econômico. Estes mesmos itens também apresentaram maior importância em termos de custos no estudo conduzido por Taniguchi (2010), no qual avaliaram a viabilidade econômica da produção de juvenis de tilápias em viveiros de terra, onde os alevinos e ração contribuíram com 42 e 38,2 % respectivamente.

A atividade provou ser capaz de perpetuar a curto prazo, pois pagou todos seus custos operacionais e apresentou uma Margem Bruta (MB) positiva da ordem de R\$ 20.288,75 por ciclo produtivo. A Margem Líquida (ML) indicou a atividade teve o retorno monetário capaz de cobrir as despesas com as depreciações e juros, logo demonstrando ser viável a longo prazo.

O Lucro (L) da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos foi positivo indicando uma boa alternativa de investimento, uma vez que a receita gerada cobriu todos os custos e ainda remunerou o capital médio empatado, a uma taxa superior a considerada de mercado (6 % ao ano).

Empreendimentos que possuam maior escala de produção podem obter maiores valores para ML e L. Estes indicadores se tornam mais expressivos com o aumento da estrutura física e mão de obra (Simões et al., 2006).

A análise de cenários indicou que a atividade apresentou um ponto de equilíbrio econômico e a análise de risco obteve resultado positivo, identificando a probabilidade de ocorrerem resultados antieconômicos na ordem de 12,71 %, desta forma o sistema apresentou expressiva probabilidade de obter lucro. Este resultado foi próximo ao obtido por Simoes e Gouvea (2015) na produção de tilápia em tanques-rede onde constataram 13.6 % de probabilidade de prejuízo econômico e o estudo de Rego et al. (2017), que determinou que 10 % das simulações resultaram em perdas monetárias.

Dada as condições de risco consideradas neste estudo a taxa de sobrevivência dos animais foi o fator com maior impacto. Neste sistema a sobrevivência dos peixes depende principalmente da aeração constante provida por aeradores elétricos. Dessa forma, a falta de energia agravada por um funcionamento inadequado do gerador levaria a mortalidade dos animais. Por outro lado, a probabilidade deste acontecimento inviabiliza sua integração nas simulações. Logo excetuando-se desta situação alguns estudos utilizando o BFT demonstram que é possível alcançar altas taxas de sobrevivência no sistema, o que reduz um dos maiores riscos e corrobora com a segurança da atividade.

A sobrevivência proposta no cenário otimista corrobora com os dados obtidos por Hisano et al. (2021) onde produziram juvenis de tilápia em sistema bioflocos e obtiveram 100 % de sobrevivência em 60 dias. Por outro lado, a interpretação de dados não seria possível sem simulação de cenários utilizando a metodologia de Monte Carlo, uma vez que a análise determinística seria incapaz de tal análise. Portanto esta ferramenta é capaz de orientar os produtores a tomar decisões dentro de um nível razoável de segurança (Castro et al., 2007).

Os resultados da presente análise evidenciam a viabilidade desta atividade, apenas no cenário real e otimista. Portanto, o produtor/ piscicultor deve ficar atento e analisar o mercado e sua produção com antecedência, tendo como foco alcançar maior rentabilidade e eficiência da produção.

Pode-se considerar que os resultados obtidos neste estudo foram conservadores, uma vez que o ciclo de produção foi durante os meses de julho a agosto (inverno), o que proporciona crescimento reduzido dos peixes em função das menores temperaturas que diminuem o seu metabolismo e consumo de ração. Em temperaturas mais quentes (primavera – verão), os animais reduziram o período para atingir o mesmo peso.

Além disso, estudos realizados em condições laboratoriais indicam que é viável produzir juvenis de tilápia em sistema bioflocos com uma densidade inicial de 1250 px/m³ com 96 % de sobrevivência e biomassa final de 15,12 kg/m³ (Lima et al., (2018b) e até 37 kg/m³ (Luo et al., 2014). Em função do aproveitamento do biofoco com alimento complementar é possível reduzir a proteína dietética na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos de 36 para 28 % de PB sem resultar em perdas no desempenho dos animais (Hisano et al. (2019). A redução de custos com a utilização de menores níveis de proteína é relevante, pois a alimentação é um dos itens mais representativos para a definição do custo total. Por outro lado, caso o produtor também trabalhe com reprodução de tilápias na propriedade poderia suprir a demanda de formas jovens e reduzir as despesas, uma vez que o custo com a aquisição de alevinos foi o mais significativo neste estudo. Dessa forma, existe potencial para aprimoramento da produtividade, redução do ciclo e de custos de produção de juvenis em bioflocos que podem melhorar ainda mais os índices econômicos.

Variações no preço da ração, preço de comercialização e outros importantes insumos acarretam em oscilações econômicas abruptas ocasionando um desequilíbrio e consequentemente inviabilizando a atividade a longo prazo (Engle, 2010) e que corrobora com o comportamento dos dados observados neste estudo por meio do cenário pessimista e da simulação Monte Carlo.

A piscicultura deve adotar sistemas que possibilitem maior produtividade e sustentabilidade (Silva et al., 2013). O sistema bioflocos representa uma alternativa que supera alguns dos principais problemas da aquicultura moderna, tais como o consumo de água, uso da terra e os custos com a alimentação (Sontakke e Haridas 2018).

A produção de juvenis de tilápia em viveiros pode gerar um consumo de 35.000 litros de água por quilograma produzido (Jatobá et al., 2019; Yacout et al., 2016). Por outro lado, a produção de tilápia em sistema bioflocos pode reduzir em 12 vezes esta demanda (Lima et al., 2018a), o que indica ser uma opção em locais com limitações no uso da água.

Outro ponto a ressaltar é a necessidade de menor área para produção em bioflocos comparada ao modelo tradicional em viveiros, e em função da maior produtividade. Além disso, permite que sejam instalados em diferentes módulos, o que possibilita a fácil instalação e maior proximidade dos centros urbanos. Em termos comparativos, o presente estudo utilizou 50 m² de lâmina de água para a produção de 60.000 juvenis de tilápia contra 1.250 m² para produção de 30.000 juvenis de tilápia do estudo de Taniguchi (2010).

Os resultados deste trabalho propiciam informações importantes demonstrando que os processos de gerenciamento e de tomada de decisão podem ser bastante aprimorados com informações precisas e contextualizadas, mediante adoção de técnicas de simulação de cenários e determinação de riscos.

CONCLUSÃO

A produção de juvenis de tilápia-do-nilo em sistema bioflocos se demonstrou uma atividade economicamente viável no curto e no longo prazo. A análise de cenários indicou possibilidades de resultados antieconômicos dependendo dos preços dos insumos e da eficiência zootécnica. A análise

estocástica de risco identificou que a chance de a produção obter resultados positivos foi de 90 % aproximadamente, logo a produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos é um investimento de baixo risco e economicamente viável. Além disso, é importante ressaltar que o sistema bioflocos possibilita a redução no consumo de água e no uso da terra, assim contribuindo para o desenvolvimento sustentável da aquicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avnimelech Y (2012) Biofloc technology – a practice guide book. The World Aquaculture Society, 2ª ed.
- Barros LC et al. (2014) The economic viability for the production of live baits of White Shrimp (*Litopenaeus schmitti*) in recirculation culture system. *Aquacult Int* 22:1925–1935. <https://doi.org/10.1007/s10499-014-9792-4>
- Brasil (2021) Ministério do Trabalho. Programa de disseminação das estatísticas do trabalho. <http://pdet.mte.gov.br/novo-caged>
- Casarotto Filho N, Kopittke BH (2000) Análise de investimento. Atlas, São Paulo.
- Castagnolli N (1992ª) Criação de peixes de água doce. FUNEP, Jaboticabal, SP, 189.
- Castro RR et al. (2007) Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. *Cerne*, 13:353-359.
- Engle CR (2010) *Aquaculture Economics and Financing: Management and Analyses*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Hargreaves JA (2013) Biofloc production systems for aquaculture. EUA: Southern Regional Aquaculture Center – SRAC, 4503:11. https://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_4503_biofloc_production_systems_for_aquaculture.pdf
- Hisano H et al. (2019) Dietary protein reduction for Nile tilapia fingerlings reared in biofloc technology. *Jornal of the Aquaculture Society*, 51(2):452-462. <https://doi.org/10.1111/jwas.12670>
- Hisano H et al. (2020) Effect of feeding frequency on water quality, growth, and hematological parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared using biofloc technology. *Journal of Applied Aquaculture*. <https://doi.org/10.1080/10454438.2020.1715909>
- Hisano H et al. (2021) Comparative study of growth, feed efficiency, and hematological profile of Nile tilapia fingerlings in biofloc technology and

- recirculating aquaculture system. *Tropical Animal Health and Production*, 53:60. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02523-z>
- Hildsorf AWS (1995) Genética e cultivo de tilapias-vermelhas: uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, 22:73-84. https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/B_22_1_73-84
- Jatobá A, Borges YV e Silva FA (2019) BIOFLOC: sustainable alternative for water use in fish culture. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 71(3):1076-1080. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10309>
- Khanjani MH, Alizadeh M e Sharifinia M (2021) Effects of different carbon sources on water quality, biofloc quality, and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in a heterotrophic culture system. *Aquacult Int* 29:307–321. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00627-9>
- Lima ECR et al. (2018) Culture of Nile tilapia in a biofloc system with different sources of carbon. *Revista Ciência Agronômica*, 49(3):458-466. <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1806-6690.20180052>
- Lima PCM et al. (2018) Nile tilapia fingerling cultivated in a low-salinity biofloc system at different stocking densities. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(4). <https://doi.org/10.5424/sjar/2018164-13222>
- Luo G et al. (2014) 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*, 422-423:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>
- Matsunaga M et al. (1976) Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 123:139. <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=11566>
- Mendonça TG et al. (2009) Avaliação da viabilidade econômica da produção de mamão em sistema convencional e de produção integrada de frutas. *Revista Econômica Nordeste*, 40: 699-723. <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/373>
- Noronha JF (1987) Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e avaliação econômica. 2ed. São Paulo: Atlas, 269.
- PEIXE BR (2021) Anuário brasileiro da piscicultura. <https://www.peixebr.com.br/>
- Rego MAS et al. (2016) Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. *Aquacult Int*, 25:473–483. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7>
- Rego MAS et al. (2017) Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. *Aquaculture*, 469:67-71. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006>

- Rodrigues APO et al. (2013) Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Embrapa, Brasília, DF.
- Silva KR et al. (2013) Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. World Aquaculture Society, 44(1):30-41.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jwas.12009>
- Simoes ARP et al. (2007) Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. Revista de Economia e Agronegócio, 5(1).
<https://doi.org/10.25070/rea.v5i1.97>
- Simoes D e Gouvea AC (2015) Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. Arch. Zootec. 64 (245): 41-48. <https://doi.org/10.21071/az.v64i245.373>
- Sontakke R e Haridas H (2018) Economic Viability of Biofloc Based System for the Nursery Rearing of Milkfish (*Chanos chanos*). Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 7(8): 2960-2970.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.314>
- Taniguchi F (2010) Análise de viabilidade técnico-econômica da produção de juvenis de tilápia, *Oreochromis niloticus*, um estudo de caso. Universidade Federal do Ceará, Dissertação.
<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/1370>
- Woiler S, Mathias WF (1996) Projetos: planejamento, elaboração e análise. Atlas, São Paulo.
- Yacout DMM, Soliman NF e Yacout MM (2016) Comparative life cycle assessment (LCA) of Tilapia in two production systems: semi-intensive and intensive. The International Journal of Life Cycle Assessment, 21:806-819. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1061-5>

Artigo científico redigido conforme normas adaptadas da revista "Aquaculture International", excetuando-se o idioma.

CAPÍTULO 3- VIABILIDADE FINANCEIRA E COMPARAÇÃO DA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA EM SISTEMA BIOFLOCOS E EM VIVEIROS

Chapter 3- FINANCIAL FEASIBILITY AND COMPARISON OF THE TILAPIA JUVENILES CULTURE IN A BIOFLOC SYSTEM AND IN FISH PONDS

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade financeira e a comparação de um sistema de produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e em viveiros. Para comparação dos sistemas, no bioflocos foi um tanque circular de 80 m³ com aeração constante, sistema de limpeza instalado em estufa climatizada povoada com 60.000 alevinos machos (5 g) numa densidade de 750 peixes/m³. Já no viveiro foi determinada uma área de 1000 m² povoada com a mesma quantidade de alevinos machos (5 g) que o sistema BFT numa densidade de 60 peixes/m³ e a aeração foi considerada apenas no período noturna. Para determinar a validação da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos, os seguintes indicadores financeiros foram utilizados: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL) e Payback (PB). O custo de implantação do sistema bioflocos foi de R\$ 51.534,14 e no viveiro foi de R\$ 41.317,60, o custo de produção por ciclo foi de R\$ 35.850,96 (27,89 R\$/kg) e R\$ 34.782,68 (26,96 R\$/kg). A produção obtida foi de 48 milheiros de tilápia, com peso médio de 27 g e custo estimado em 753,09 R\$/milheiro no BFT e 727,82 R\$/milheiro no viveiro. A análise financeira mostrou que ambos os sistemas são viáveis financeiramente, possuindo um valor presente líquido de R\$ 48.296,45 e R\$ 71.325,82, índice de lucratividade de 5,21 e 4,83, taxa interna de retorno de 15% e 24% e payback de 0,91 e 0,97 anos, valores respectivos para o BFT e viveiro. Os resultados deste estudo evidenciam a viabilidade da produção de juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema bioflocos e que os principais índices financeiros foram semelhantes ao sistema de produção em viveiros.

Palavras-chave: Produção de peixes, Investimento inicial, BFT

Abstract

This study aimed to evaluate the financial feasibility and comparison of a production system for tilapia juveniles in a biofloc system and in fish pound. For comparison of the systems, the biofloc was utilized a circular tank of 80 m³ with constant aeration, cleaning system installed in a climate-controlled greenhouse populated with 60,000 male fingerlings (5 g) at a density of 750 fish/m³. In the fish pound, an area of 1000 m² was determined, populated with the same number of male fingerlings (5 g) as the BFT system at a density of 60 fish/m³ and aeration was considered only at night. To determine the validation of the production of tilapia juveniles in a biofloc system, the following financial indicators were used: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (IL)

and Payback (PB). The cost of implanting the biofloc system was BRL 51,534.14 and in the fish pound it was BRL 41,317.60, the production cost per cycle was BRL 35,850.96 (27.89 BRL/kg) and BRL 34,782.68 (26.96 BRL/kg). The production obtained was 48 thousand tilapias, with an average weight of 27 g and an estimated cost of 753.09 R\$/thousand in the BFT and 727.82 R\$/thousand in the fish pound. The financial analysis showed that both systems are financially viable, having a net present value of R\$ 48,296.45 and R\$ 71,325.82, profitability index of 5.21 and 4.83, internal rate of return of 15 % and 24% % and payback of 0.91 and 0.97 years, respective values for BTF and fish pound. The results of this study show the feasibility of producing young tilapia *Oreochromis niloticus* in a biofloc system and that the main financial indices were similar to the production system in fish pound.

Keywords: Fish production, Initial investment, BFT

INTRODUÇÃO

A produção mundial de tilápias foi de 4,5 milhões de toneladas em 2018 e o Brasil se destaca entre os principais produtores da espécie (FAO 2020). Em 2020, a produção de tilápias no Brasil alcançou 486.155 t (60,6 %) do total da produção piscícola, sendo que o maior produtor foi o estado do Paraná com 166.000 t (34,1%), seguido pelo estado de São Paulo com 70.500 t (14,5%) da produção nacional (PEIXE BR 2021).

Diversos fatores contribuem para que a tilápia seja uma das espécies mais produzidas mundialmente em regiões tropicais e subtropicais com destaque para a sua rusticidade, rápido crescimento, resistência ao manejo, qualidade organoléptica e ótima aceitação pelo mercado consumidor (CASTAGNOLLI, 1992a). Além disso, possui hábito alimentar onívoro (BEVERIDGE e MCANDREW, 2000; GARCIA et al. 2016), adaptação morfológica ao consumo de fitoplâncton e perifíton (SANDERSON et al. 1996; GARCIA et al. 2017) e aceita facilmente dietas artificiais desde o estágio larval. As características citadas favorecem o manejo alimentar e reduzem o custo de produção (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004; DEGANI e REVACH, 1991; CRAB et al. 2012).

Segundo Ayroza et al. (2009), para que a piscicultura se desenvolva como atividade economicamente atrativa são necessários investimentos em sistemas de produção intensivos, que contribuem para o desenvolvimento da cadeia produtiva e geração de emprego e renda. Por outro lado, a intensificação da

produção ocasiona maiores problemas ambientais e sanitários. De acordo com Diana et al. (2013), o principal desafio da aquicultura baseia-se no aprimoramento dos sistemas intensivos, no uso racional do recurso hídrico e na redução da emissão de efluentes, que consequentemente proporcionam menor impacto ambiental.

O sistema bioflocos (BFT) tem se destacado como alternativa para produção intensiva com características ambientalmente e economicamente sustentáveis, permitindo alta produtividade com uso racional de água, além de biossegurança, uma vez que minimiza a entrada e saída de possíveis agentes patogênicos e dificultam o escape acidental dos animais no ambiente (SAMOCHA et al. 2007; HARGREAVES, 2013). A tilápia é uma das espécies que se adaptam ao sistema BFT com resultados positivos de crescimento, sobrevivência, resistência a enfermidades desde larvas até reprodutores (Avnimelech 2012; Ekasari et al. 2015a; 2015b; Hisano et al. 2019; Hisano et al. 2021). Entretanto, mesmo com os recentes avanços, este sistema de produção ainda não está totalmente ajustado para a espécie (THOMAN et al. 2001; SCHRYVER et al. 2008; MANDUCA et al. 2020).

A quantidade de alimento ofertado para produção de alevinos de tilápia no sistema BFT pode ser reduzida sem afetar a produção, uma vez que o bioflocos é utilizado como alimento complementar pode contribuir para a nutrição, saúde e redução de custos de produção (AVNIMELECH 2012; CRAB et al. 2012; EID et al. 2020). No Brasil, os produtores têm utilizado tilápias maiores que 15 g para o estoque inicial em tanques-rede, pois nesta fase os peixes podem ser vacinados e assim possibilitam melhores índices zootécnicos e econômicos (HISANO et al. 2020). Os mesmos autores afirmam que a produção de juvenis de tilápia tem um mercado pouco explorado e o sistema bioflocos pode ser utilizado para produção de juvenis desta espécie, no qual em estágios iniciais de vida possuem uma alta capacidade de assimilar alimento natural, reduzindo o custo operacional do empreendimento.

Embora o BFT possa contribuir de forma considerável para a manutenção da qualidade de água e diminuição do seu uso é necessário que seja financeiramente viável. Classificar os itens do custo de produção e os principais critérios que influenciam na rentabilidade, são medidas fundamentais para o contínuo desenvolvimento da atividade piscícola no país, logo tomar

conhecimento dos aspectos econômicos envolvidos na atividade, leva a identificação de motivos de abandono da atividade e determina a viabilidade do empreendimento (BRABO et al. 2013).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar comparativamente a viabilidade financeira da implantação de um sistema de produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e em viveiros.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações referentes aos custos e dados zootécnicos do sistema bioflocos foram fornecidos pela Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Em relação à produção em viveiros foram coletadas informações com técnicos locais e custos atualizados da região.

Para produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos foi considerada uma unidade de reprodução constituída por um tanque circular com volume de 80 m³ instalado dentro de uma estufa 12x12 (Figura 1). O sistema contava com sistema de aeração, sistema de decantação e gerador de energia (Anexo 1, 2 e 3). Para o viveiro, foi estipulada uma área de 1000 m² de lâmina d'água e profundidade média de 1,0 metros com a utilização de aeração noturna, que pode ser considerado uma unidade de produção tradicional da região.

Para a avaliação comparativa foi considerado um ciclo de produção de 60 dias (ciclo único), onde foram utilizados 60.000 alevinos revertidos para macho de tilápia-do-nilo de aproximadamente 5 g e despescado com peso médio de 27 g, com uma taxa de sobrevivência de 80 %. Foram consideradas as seguintes densidades de estocagem, 750 e 60 peixes/m³, para o BFT e o viveiro respectivamente.

As tilápias foram alimentadas utilizando ração comercial contendo 40% de proteína bruta, a frequência de alimentação foi de quatro vezes ao dia e a taxa de alimentação diária foi de 2 a 3% da biomassa. Semanalmente foram coletados indivíduos para mensurar seu crescimento. A qualidade de água manteve-se estável e em níveis adequados para o desenvolvimento espécie.

A análise de viabilidade econômica foi determinada de acordo com Jolly e Clonts (1992), Engle (2010) e Neto e Lima (2014). Os custos fixos incluídos

foram os juros sobre o capital de giro, depreciação, pró-labore e os custos de oportunidade. Os custos variáveis foram os alevinos, ração, mão de obra e insumos. Os indicadores de viabilidade financeira utilizados no presente estudo foram: Valor Presente Líquido (VPL), Payback (PB), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Interna de Retorno (TIR). A depreciação foi determinada de acordo com a utilização e informações recomendadas pelo fabricante, pelo método linear com o valor residual igual a zero. O fluxo de caixa foi determinado para um período de 10 anos, o mesmo tempo de vida da estufa utilizada para produção. A taxa mínima de atratividade (TMA) e a taxa de desconto foram ambas fixadas em 12% ao ano. Assumimos que a inflação dos custos de produção será compensada pela inflação nos preços obtidos para a produção.

O funcionário responsável pelas atividades te seu salário rateado, o valor inicial foi de R\$ 2.559,68 ao mês (8 horas por dia), entretanto foi determinado a carga horária de quatro horas por dia que resultou no valor de R\$ 1.279,84 ao mês. O pró-labore foi definido a 5% da receita total por mês. O juros sobre o capital de giro foi definido a 6 % ao ano.

Afim de avaliar a produção anual foram estimados seis ciclos produtivos por ano para o BFT, devido a utilização de estufa para manter a temperatura no inverno, entretanto, para o viveiro apenas quatro ciclos por ano foram possíveis, pois foram respeitadas as baixas temperaturas que ocorrem durante os meses de inverno na região e prejudicam o desenvolvimento dos animais. Os valores dos itens foram atualizados através de novos orçamentos em agosto de 2021.

RESULTADOS

A aquisição da estufa foi o item com maior impacto na implantação do BFT (27,64%), entretanto, no viveiro uma maior área foi necessária para produção e o custo do terreno se sobressaiu (38,22%) (Tabela 1).

Na avaliação dos custos por ciclo produtivo (Tabela 2) em ambos os sistemas a aquisição de alevinos teve maior gasto, e representaram 33,47 (BFT) e 34,50 % (Viveiro) do valor gasto.

Após o levantamento das despesas e gastos, da determinação do valor do investimento inicial, da depreciação e das receitas foi possível elaborar o fluxo

de caixa, conforme descrito na Tabela 3 (Anexo 4). Pode-se observar a receita prevista supera as despesas resultando em um fluxo positivo. Utilizado o fluxo de caixa acumulado foi possível identificar que entre o período 5 e 6 do BFT houve recuperação do investimento e para o viveiro a recuperação ocorreu entre os períodos 3 e 4.

Tabela 1 Comparação do investimento inicial para implantação da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e Viveiro juntamente à respectiva porcentagem.

Item	Valor total (R\$)		(%)	
	BFT	Viveiro	BFT	Viveiro
<i>Estruturas</i>				
Terreno	2.273,76	15.790,00	4,41	38,22
Estufa ^a	14.242,00	-	27,64	-
Tanque ^b	7.350,00	2.113,22	14,26	5,11
Sistema de limpeza ^c	6.414,00	-	12,45	-
<i>Equipamentos e utensílios</i>				
Gerador 6 kva trifásico	7.729,00	7.729,00	15,00	18,71
Bomba submersa 12.000 L/h	916,00	916,00	1,78	2,22
Sistema de aeração ^d	3.933,00	5.079,00	7,63	12,29
Oxímetro digital	1.783,90	1.783,90	3,46	4,32
EPI ^e	405,80	405,80	0,79	0,98
Balança	250,00	250,00	0,49	0,61
Apetrechos de pesca ^f	1.093,80	2.508,00	2,13	7,52
<i>Regulamentação</i>				
Licenciamento ^g	5.142,88	4.142,88	9,98	10,03
Total	51.534,14	41.317,60	100,00	100,00

^a Estufa para o BFT 12x12 m (144 m²).

^b Tanque para o BFT 80 m³ (circular) e para o Viveiro 1000 m².

^c Filtro ciclone 2000 L, sistema de drenagem tubular e tanque decantador de sólidos.

^d Aeração para o BFT compressor radial 0,38 CV e aerador chafariz 1,5 CV trifásico, para o viveiro aerador chafariz 1,5 CV trifásico e aerador de pás 1,5 CV trifásico.

^e Equipamento de proteção individual: Dois macacões de pesca impermeáveis e dois pares de botas de PVC.

^f Rede de arrasto 2 und (10 m /12 mm), tarrafa 2 und (2,5 m /8 mm) e dois puçás de pesca.

^g Licenciamento ambiental e outorga do uso da água.

Tabela 2 Despesas com investimentos para a produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), por ciclo de 60 dias, juntamente à respectiva percentagem.

Item	Valor total (R\$)		(%)	
	BFT	Viveiro	BFT	Viveiro
<i>Povoamento</i>				
Alevinos	12.000,00	12.000,00	33,47	34,50
<i>Social</i>				
Mão de obra	2.559,68	2.559,68	7,14	7,36
Assistência técnica	1.600,00	1.600,00	4,46	4,60
<i>Consumíveis</i>				
Ração	8.092,80	8.092,80	22,57	23,27
Energia	538,37	183,63	1,50	0,53
Cal	101,16	180,00	0,28	0,52
Açúcar	135,43	-	0,38	-
Sal	268,70	-	0,75	-
Análise de água	269,90	269,90	0,75	0,78
<i>Outros</i>				
Depreciação	1.021,31	465,23	2,85	1,82
Juros	155,00	155,00	0,43	0,45
Pró-labore	9.108,60	9.108,60	25,41	26,19
Total	35.850,96	34.782,68	100,00	100,00

Tabela 3 Fluxo de caixa da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), período referente doze ciclos (dois anos).

Fluxo de caixa				
Período (Ciclos)	0	1	...	12
<i>BFT</i>				
Investimento inicial (R\$)	-51.534,14			
Receita (R\$)	-	45.543,00	...	45.543,00
Despesas (R\$)	-	35.850,96	...	35.850,96
Saldo(R\$)	-51.534,14	9.692,04	...	9.692,04
Saldo acumulado (R\$)	-	-41.842,10	...	64.770,40
Saldo descontado acumulado (R\$)	-	-42.283,00	...	50.962,54
<i>Viveiro</i>				
Investimento inicial (R\$)	-41.317,60			
Receita (R\$)	-	45.543,00	...	45.543,00
Despesas (R\$)		34.782,68	...	34.782,68
Saldo(R\$)	-41.317,60	10.651,52	...	10.651,52
Saldo acumulado (R\$)	-	-30.666,08	...	86.500,59
Saldo descontado acumulado (R\$)	-	-30.772,49	...	72.476,44

"..." Indica a continuação dos períodos.

O custo de produção no BFT foi de R\$ 753,09/milheiro ($\approx$ 75 centavos por peixe) e no viveiro foi de R\$ 727,82/milheiro ($\approx$ 73 centavos) (Tabela 4). Foram produzidos aproximadamente 48.000 juvenis de tilápia em ambos os sistemas. A produtividade obtida no sistema bioflocos e no viveiro foi respectivamente de 16,18 e 1,29 kg/m³.

Tabela 4 Preço de venda e despesas da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), por ciclo de 60 dias, valores por quilo e unidade produzida.

	R\$/kg		R\$/Und	
	BFT	Viveiro	BFT	Viveiro
Preço de venda	35,19	35,19	0,95	0,95
Despesas da produção	27,89	26,96	0,75	0,73
Despesas com alevino comprado	9,27	9,27	0,25	0,25
Despesas da alimentação	6,25	6,25	0,17	0,17
Despesas da assistência técnica	1,24	1,24	0,03	0,03
Despesas de energia	0,42	0,14	0,01	0,00

Após o ciclo produtivo os dados coletados sobre a renda anual, período de retorno (payback), valor presente líquido, índice de lucratividade, taxa interna de retorno, foram utilizados para a análise de viabilidade financeira (Tabela 5).

Tabela 5 Indicadores de viabilidade financeira de implantação da produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos e em viveiro.

	BFT	Viveiro
Renda anual RA (R\$)	273.258,00	182.172,00
Payback (Anos)	0,91	0,97
Valor presente líquido VPL (R\$)	50.962,54	72.476,44
Índice de lucratividade IL	5,21	4,83
Taxa interna de retorno TIR (%)	15	24

DISCUSSÃO

Um terço do investimento inicial para produção de juvenis no sistema bioflocos foi para a aquisição da estufa, que é justificável para a região de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, onde a média da temperatura no inverno pode chegar a 15 °C (INMET, 2020). A estufa permite que a produção seja contínua nos meses frios do ano. Além da vantagem térmica que permite a produção de mais

ciclos por ano, a estufa também evita a predação por animais (ex: aves e morcegos). Por outro lado, sua utilização em viveiros é mais restrita, uma vez que exige maior área de cobertura e o custo é bem mais elevado.

Taniguchi (2010) em seu estudo analisou uma situação similar ao do presente estudo, adquirindo formas jovens (≈ 1 g, pós reversão sexual) para a produção de juvenis de tilápia de 30 a 35g em 45 dias, o sistema intensivo empregado obteve sobrevivência média de 90% e a produção estimada em 90 milheiros em cada ciclo (810 milheiros/ano). O autor citado anteriormente obteve um custo de produção 10,35 R\$/kg (318,47 R\$/milheiro) uma receita bruta de R\$ 405.955,80 (R\$ 501,18 R\$/milheiro, os valores monetários foram atualizados para janeiro de 2021), resultados financeiros que corroboram com os do presente estudo.

Na produção de juvenis de tilápia em viveiros, utilizando um modelo semi-intensivo de produção, Anani e Agbo (2018) determinaram que o custo de produção foi de 8,31 a 12,25 R\$/kg, a variação ocorreu de acordo com a ração utilizada. Em lagoas do Oeste do Paraná, o custo total de produção de tilápia-do-nilo variou de 4,78 a 6,42 R\$/kg com produção estimada em 21 toneladas por ano (Andrade et al. 2005; os valores monetários foram atualizados para janeiro de 2021). Produzindo tilápia, em fase de crescimento final no BFT, Manduca et al. (2021) atribuíram o preço de venda de 8,44 R\$/kg resultando em uma margem de lucro de 20,7%.

Embora a alevinagem tenha custos mais elevados que a terminação, em R\$/kg, neste estudo (Tabela 4) os indicadores econômicos foram positivos, o custo de produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos foi de 27,89 R\$/kg (753,09 R\$/milheiro) e no viveiro foi de 26,96R\$/kg (727,82 R\$/milheiro), onde o preço de venda foi de 35,19 R\$/kg (950,00 R\$/milheiro) obtendo uma margem de lucro de 30,78 e 36,24 % respectivamente.

Estas variações em relação ao custo de produção, podem ocorrer em função dos diferentes sistemas de produção, insumos e equipamentos utilizados pelo empreendimento. No caso do BFT a produção visa altas densidades sendo necessária uma infraestrutura que suporte as demandas do sistema e profissionais qualificados, o que muitas vezes encarece a atividade. Barbosa et al. (2020) afirmam que os custos de implantação podem variar em função das características da propriedade, como a distância dos grandes centros,

topografia, disponibilidade e acesso a água, tipo de solo e dos materiais utilizados na construção.

Os custos de produção mais significativos no presente estudo se referem a aquisição de alevinos (R\$ 12.000,00 por ciclo produtivo), onde em ambos os sistemas este item contribuiu com mais de um terço dos custos variáveis, seguido da ração (R\$ 8.092,80 por ciclo produtivo) que contribuiu com aproximadamente 25 %. Dados comparáveis ao deste estudo foram encontrados na produção de juvenis de tilápia em tanques de terra, onde os custos com a aquisição das formas jovens e da ração contribuíram com 42 e 38,2 % dos custos variáveis respectivamente (Taniguchi 2010).

O mesmo também ocorre na produção de juvenis de outras espécies, a exemplo do milkfish (*Chanos chanos*) em sistema bioflocos, Sontakke e Haridas (2018) identificaram que o custo com a aquisição dos peixes para povoamento representou 46,13 % dos custos de produção, enquanto a ração e fonte de carbono contribuíram com 6,37 % e 3,72 % respectivamente, dados similares ao deste estudo, em relação ao custo do povoamento, e que corroboram com o impacto deste item nos custos produtivos de juvenis.

Por outro lado, os custos com a alimentação e aquisição de alevinos de outros trabalhos foram superiores ao do presente estudo. De acordo com Omasaki et al. (2017), alimento industrializado pode ultrapassar 70 % do custo de produção, Pedroza Filho et al. (2015) também definiram o custo da ração próximo a 70 % e de alevinos em torno de 15 %. Manduca et al. (2021) em seu trabalho observaram que o custo com o alimento na fase de crescimento final para a produção de tilápia no BFT foi de 60,3 %, 23,2 % gastos com o povoamento e 15,5 % com energia.

Os estudos acima mencionados demonstram o diferente comportamento dos custos quanto a produção de juvenis e peixes na fase de terminação. A utilização deste sistema possibilita a produção, a partir de formas jovens aumentando a escala de produção de juvenis e garantindo o fornecimento de material genético de qualidade para a região.

O custo de alimentação (Tabela 4) do sistema bioflocos no presente estudo foi de 6,25 R\$/kg, valores superiores aos encontrados por Souza et al. (2019) de 4,50 R\$/kg, Anani e Agbo (2019) determinaram 5,87 R\$/kg e também por Eid et al. (2020), onde obtiveram peso final similar utilizando rações com menor teor

proteico, os tratamentos com 19, 25 e 30% de proteína bruta custaram respectivamente 4,22, 4,39, 4,57 R\$/kg, sendo que a dieta com 30% de proteína bruta obteve melhor resultado. Na aquicultura, o principal item que influencia no desenvolvimento e expansão da indústria é o valor gasto com a alimentação (Sontakke e Haridas 2018).

A produção de juvenis de tilápia no BFT possibilita a redução na porcentagem de proteína bruta das rações ofertadas em 8 % (de 36 para 28 %) sem perdas na performance dos animais, diminuindo também os custos de produção e o impacto ambiental causado pelo excesso de proteína (Hisano et al. 2019). Dessa forma existe potencial de redução de custos com a alimentação com teores proteicos menores, no entanto, são necessários estudos de validação de resultados laboratoriais em condições comerciais.

A renda anual foi de R\$ 273.258,00 e 182.172,00, o valor presente líquido (VPL) foi de R\$ 50.962,54 e 72.476,44, para o BFT e viveiro respectivamente. Os dados obtidos tornam o investimento atraente em relação à viabilidade financeira, visto que valores positivos foram obtidos a partir de uma única unidade produtiva, havendo ainda a possibilidade ampliação.

A respeito dos indicadores de viabilidade financeira, neste estudo a taxa interna de retorno (TIR) anual foi de 15 % no sistema bioflocos e 24 % no viveiro (Tabela 5). Estes valores foram superiores aos calculados por Trombeta (2017), que obteve 14,24% e inferiores aos calculados por Campos (2007), Taniguchi (2010), Brabo et al. (2015) e Rego et al. (2017), onde encontraram 57, 63, 38 e 32 % respectivamente para o TIR.

Outros indicadores como o índice de lucratividade de 5,21 e 4,83, payback de 0,91 e 0,97 anos, (BFT e viveiro respectivamente) demonstram que a atividade apresenta uma rápida recuperação do investimento, estando de acordo com os dados constatados por outros pesquisadores, como no caso de Sanches et al. (2013) onde foram encontrados valores de payback entre 1 e 4 anos. Estes valores possibilitam que o produtor, após um curto período de tempo, possa realizar a expansão da atividade mediante a quitação do investimento.

Neste estudo indicadores melhores poderiam serem obtidos em ambos os sistemas, pois os mesmos dependem da compra de alevinos. A redução das despesas com este item realizando a reprodução e tornando o empreendimento

autossuficiente neste aspecto, ocasionaria benefícios e maior retorno financeiro para o proprietário.

Outra alternativa para aumentar os ganhos do empreendimento é o aumento na densidade, a produtividade na produção de tilápia em BFT pode chegar a 37 kg/m³, sem comprometimento na sobrevivência dos animais (Luo et al. (2014). Estes valores foram 54 % superiores aos deste estudo e vale ressaltar que a capacidade máxima do sistema não foi utilizada.

Um outro ponto que está se tornando uma tendência na aquicultura moderna é a redução dos impactos ambientais nos sistemas. Para a obtenção de maior produtividade e sustentabilidade, a aquicultura deve adotar sistemas de produção que permitem maiores densidades, manutenção da qualidade de água, proporcionar um bom desempenho zootécnico, preocupando-se com a biossegurança e questões ambientais (Silva et al. 2013).

O sistema bioflocos pode amenizar os dois principais infortúnios da aquicultura moderna, ou seja, é capaz de reduzir o uso da água e os custos com a alimentação (Sontakke e Haridas 2018).

O consumo de água na produção de juvenis de tilápia em viveiro pode variar de 25.000 a 35.000 L/kg (Jatobá et al. 2019; Yacout et al. 2016), esta oscilação ocorre principalmente em função da qualidade de água da região, quantidade de alimento ofertada e número de animais, ambas variáveis influenciam na taxa de renovação de água para manter a qualidade de água em níveis aceitáveis aumentando seu consumo.

Em contrapartida, a produção de tilápia em sistema bioflocos demonstra-se bastante eficiente quando se trata da redução do uso da água proporcionando uma redução no consumo de até 12 vezes, quando comparado a sistemas de produção tradicionais, logo representando ser ambientalmente sustentável (Lima, et al. 2018a).

Em sua pesquisa Lima, et al. (2018b) analisaram o consumo de água na produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos, a quantidade de água utilizada foi de 50 a 100 L/kg variando proporcionalmente a densidade de estocagem, pois a mesma influenciou na qualidade de água e sua manutenção.

Quando comparado a um sistema de águas claras com renovação (RAS), o BFT obteve um consumo de água 95% menor, uma redução de aproximadamente 1.700 L/kg (Zapata et al. 2017). Diante destas afirmações a

sistema bioflocos tem grande impacto na redução do uso da água pela aquicultura, representando uma forte alternativa em locais com restrições hídricas.

A produção no BFT também pode reduzir o uso da terra, no presente estudo foram utilizados 144 m² ($\approx$ 50 m² de lâmina d'água) no sistema bioflocos e 1000 m² no viveiro, para a produção de 60.000 juvenis de tilápia, uma redução de 85,6 % na área necessária para a mesma produção. Utilizando viveiros de 1.250 m² para a mesma finalidade, Taniguchi (2010) obteve a produção de 30.000 juvenis, nesta comparação o sistema bioflocos utilizou apenas 4% da área e produziu o dobro, o que demonstra um grande potencial quanto à redução da área produtiva e uso da água.

O custo com a aquisição da terra no viveiro representou 40,17 % do valor necessário para a implantação, logo demonstrando ser um item com grande impacto na implantação de um projeto e ressaltando a importância da redução do uso da terra na piscicultura. Dessa forma, é importante destacar a eficiência quanto ao uso da terra e consumo de água pelo sistema BFT, que nestes aspectos, pode ser considerando um sistema de produção mais sustentável que o tradicional em viveiros.

CONCLUSÃO

A produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos demonstra viabilidade financeira e rápido retorno do capital investido. Comparativamente com o sistema tradicional em viveiro, apresentou os principais indicadores financeiros semelhantes. Por outro lado, o sistema bioflocos exige maior tecnificação da produção, investimento e manutenção, porém possibilita maior produtividade, mais ciclos de produção por ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anani FA e Agbo NW (2019) Growth Performance and Cost-Effectiveness of Farm-Made and Commercial Tilapia Starter Diets in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Fingerling Production in Ghana. *Turk J Fish & Aquat Sci*, 19(12):1001-1007. http://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_12_02
- Avnimelech Y (2012) Biofloc technology – a practice guide book. The World Aquaculture Society, 2ª ed.
- Barbosa AS (2020) Economic analysis of family trout farming in Southern Brazil. *Aquaculture International*, 28:2111-2120. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-020-00580-7>
- Brabo MF, et al. (2013) Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. *Informações Econômicas*, 43(3):56-64. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/963689/1/Rodrigo.pdf>
- Brabo MF et al. (2015) Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia oriental. *Boletim do Instituto de Pesca*, SP, 41(3):677-685. https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/41_3_677-685/41_3_677-685
- Beveridge MCM, McAndrewB (2000) Tilapias: Biology and Exploitation. Springer, 59-87. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-011-4008-9>
- Caetano MAL (2019) Mercado Financeiro: Programação e Soluções Dinâmicas Com Microsoft Office Excel 2016 E Vba. Érica
- Campos CM et al. (2007) Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. *B. Inst. Pesca* 33:265–271. https://www.pesca.sp.gov.br/33_2_265-271.pdf
- Crab R et al. (2012) Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356–357:351-356. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046>
- Degani G, Revach A (1991) Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture Research*, 22:397-403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00753.x>
- De Schryver P et al. (2008) The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4):125–137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- Diana JS et al. (2013) Responsible Aquaculture in 2050: Valuing local conditions and human innovations will be key to success. *BioScience*, 63(4):255–262. <https://doi.org/10.1525/bio.2013.63.4.5>

- Eid AE (2020) Effect of Protein Levels on Growth Performance, Feed Utilization and Economic Evaluation of Fingerlings Nile Tilapia Fingerlings under Biofloc System. *Journal of Animal, Poultry & Fish Production*, 9(1):17-26. <https://dx.doi.org/10.21608/japfp.2020.130631>
- Ekasari J et al. (2015a) Biofloc-based reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. broodstock. *Aquaculture Research*, 46(2):509-512. <https://doi.org/10.1111/are.12185>
- Ekasari J et al. (2015b) Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture*, 441:72-77. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>
- El-sayed A (2006) Tilapia culture. https://www.researchgate.net/publication/303562844_Tilapia_Culture
- FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Garcia F et al. (2016) The potential of periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. *Aquaculture*, 464:229-235. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.031>
- Garcia F et al. (2017) Periphyton-based cage culture of Nile tilapia: An interesting model for small-scale farming. *Aquaculture*, 479:838-844. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.024>
- Hargreaves JA (2006) Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 34(3):344-363. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009>
- Hargreaves JA (2013) Biofloc production systems for aquaculture. EUA: Southern Regional Aquaculture Center – SRAC, 4503:11. https://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_4503_biofloc_production_systems_for_aquaculture.pdf
- Hisano H et al. (2019) Dietary protein reduction for Nile tilapia fingerlings reared in biofloc technology. *Journal of the Aquaculture Society*, 51(2):452-462. <https://doi.org/10.1111/jwas.12670>
- Hisano H et al. (2020) Effect of feeding frequency on water quality, growth, and hematological parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared using biofloc technology. *Journal of Applied Aquaculture*. <https://doi.org/10.1080/10454438.2020.1715909>
- Hisano H et al. (2021) Comparative study of growth, feed efficiency, and hematological profile of Nile tilapia fingerlings in biofloc technology and recirculating aquaculture system. *Tropical Animal Health and Production*, 53:60. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02523-z>
- INMET (2020) Dados históricos anuais. Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil. <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>
- Jatobá A, Borges YV e Silva FA (2019) BIOFLOC: sustainable alternative for water use in fish culture. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 71(3):1076-1080. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10309>

- Jolly CM e Clonts HA (1992). Economics of aquaculture. Food Products Press.
- Kuhn DD et al. (2009) Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*, 296(1-2):51-57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848609006619>
- Lima ECR et al. (2018) Culture of Nile tilapia in a biofloc system with different sources of carbon. *Revista Ciência Agronômica*, 49(3):458-466. <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1806-6690.20180052>
- Lima PCM et al. (2018) Nile tilapia fingerling cultivated in a low-salinity biofloc system at different stocking densities. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(4). <https://doi.org/10.5424/sjar/2018164-13222>
- Luo G et al. (2014) 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*, 422-423:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>
- Manduca LG et al. (2020) Effects of a zero exchange biofloc system on the growth performance and health of Nile tilapia at different stocking densities. *Aquaculture*, 521. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735064>
- Manduca LG et al. (2021) Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange. *Aquaculture*, 530. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735814>
- Neto AA e Lima FG (2014) Curso de administração financeira. Atlas, 3ª ed.
- Omasaki SK et al. (2017) Economic values of growth rate, feed intake, feed conversion ratio, mortality and uniformity for Nile tilapia. *Aquaculture*, 481:124-132. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.013>
- Otoshi CA et al. (2011) Establishing nitrifying bacteria in super-intensive biofloc shrimp production, *Global Aquaculture Advocate*, 14(4):24-26. <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/establishing-nitrifying-bacteria-in-super-intensive-biofloc-shrimp-production/>
- Pedroza Filho MX et al. (2015) Cadeia produtiva da tilápia. Embrapa Pesca e Aquicultura/CNA Campo Futuro. <https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1041285/cadeia-produtiva-da-tilapia>
- PEIXE BR (2021) Anuário brasileiro da piscicultura. <https://www.peixebr.com.br/>
- Rego MAS et al. (2017) Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. *Aquaculture*, 469:67-71. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006>

- Rocha GSR et al. (2020) Viabilidade econômica em um sistema de produção do cultivo de tilápia: um estudo de caso em uma propriedade rural. *Nucleus*, 17(1):193-209. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.3670>
- Samocha TM et al. (2007) Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*, *Aquacultural Engineering*, 36(2):184-191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014486090600094X>.
- Sanches EG et al. (2013) Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 39(1):15-26. https://www.pesca.sp.gov.br/39_1_15-26.pdf
- Sanderson SL et al. (1996) Mucus entrapment of particles by a suspension-feeding tilapia (PISCES: CICHLIDAE). *The Journal of Experimental Biology* 199:1743–1756. <https://jeb.biologists.org/content/199/8/1743>
- Silva KR et al. (2013) Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Biofloc Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *World Aquaculture Society*, 44(1):30-41. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jwas.12009>
- Sontakke R e Haridas H (2018) Economic Viability of Biofloc Based System for the Nursery Rearing of Milkfish (*Chanos chanos*). *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 7(8): 2960-2970. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.314>
- Souza AA et al. (2019) Pizzeria by-product: A complementary feed source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in biofloc technology?. *Aquaculture* 501:359–367. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.055>
- Taniguchi F (2010) Análise de viabilidade técnico-econômica da produção de juvenis de tilápia, *Oreochromis niloticus*, um estudo de caso. Universidade Federal do Ceará, Dissertação. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/1370>
- Thoman ES (2001) A nitrogen budget for a closed, recirculating mariculture system. *Aquacultural Engineering*, 24(3):195-211. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00070-4](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00070-4)
- Trombeta TD, Bueno GW e Mattos BO (2017) Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no distrito federal, 2016. *Informações econômicas*, SP, 47(2):42-49. <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2017/tec4-0417.pdf>
- Yacout DMM, Soliman NF e Yacout MM (2016) Comparative life cycle assessment (LCA) of Tilapia in two production systems: semi-intensive and intensive. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21:806-819. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1061-5>
- Zapata KPL et al. (2017) Cultivo de alevines de tilapia en sistema biofloc bajo diferentes relaciones carbono/nitrógeno. *Boletim do Instituto de Pesca* 43(3):399-407. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n3p399>

Zimmermann S e Fitzsimmons K (2014) Tilapicultura intensiva. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. TecArt, São Paulo, 9:239-266.
https://www.researchgate.net/publication/272814655_Tilapicultura_Intensiva

CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contínuo desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia e aperfeiçoamento da produção em sistema bioflocos devem ser um caminho a ser tomado. A piscicultura brasileira tem muito a crescer e sistemas como o BFT podem impulsionar o desenvolvimento da atividade.

A produção de juvenis de tilápia em sistema bioflocos pode vir a se tornar uma oportunidade de empreendimento e um novo nicho de mercado para os piscicultores, pois este estudo apresentou indicadores econômicos e financeiros que corroboram com a viabilidade desta atividade.

ANEXOS

Anexo 1 Área externa da estufa presente na Itaipu Binacional.



Anexo 2 Área interna da estufa presente na Itaipu Binacional, contendo tanque circular 80 m³ e sistema de limpeza (decantador/clarificador).



Anexo 3 Sistema em funcionamento na área interna da estufa da Itaipu Binacional.



Anexo 4 Fluxo de caixa da produção de juvenis de tilápia (BFT e Viveiro), período referente doze ciclos (dois anos).

Fluxo de caixa (BFT)					
Período		Despesas		Fluxo	Fluxo
(Ciclos)	Receitas	Custos	Fluxo	Acumulado	Acumulado Descontado
0	-	-	-51.534,14	-	-
1	45.543,00	36.103,06	9.439,94	-42.094,20	-42.283,00
2	45.543,00	36.103,06	9.439,94	-32.654,26	-33.216,88
3	45.543,00	36.103,06	9.439,94	-23.214,32	-24.332,08
4	45.543,00	36.103,06	9.439,94	-13.774,38	-15.624,98
5	45.543,00	36.103,06	9.439,94	-4.334,44	-7.092,03
6	45.543,00	36.103,06	9.439,94	5.105,50	1.270,27
7	45.543,00	36.103,06	9.439,94	14.545,44	9.465,32
8	45.543,00	36.103,06	9.439,94	23.985,38	17.496,48
9	45.543,00	36.103,06	9.439,94	33.425,32	25.367,01
10	45.543,00	36.103,06	9.439,94	42.865,26	33.080,12
11	45.543,00	36.103,06	9.439,94	52.305,20	40.638,98
12	45.543,00	36.103,06	9.439,94	61.745,14	48.046,66
Fluxo de caixa (Viveiro)					
Período		Despesas		Fluxo	Fluxo
(Ciclos)	Receitas	Custos	Fluxo	Acumulado	Acumulado Descontado
0	-	-	-41.317,60	-	-
1	45.543,00	34.891,48	10.760,32	-30.557,28	-30.772,49
2	45.543,00	34.891,48	10.760,32	-19.796,96	-20.438,28
3	45.543,00	34.891,48	10.760,32	-9.036,64	-10.310,75
4	45.543,00	34.891,48	10.760,32	1.723,68	-385,77
5	45.543,00	34.891,48	10.760,32	12.484,00	9.340,70
6	45.543,00	34.891,48	10.760,32	23.244,31	18.872,65
7	45.543,00	34.891,48	10.760,32	34.004,63	28.213,96
8	45.543,00	34.891,48	10.760,32	44.764,95	37.368,44
9	45.543,00	34.891,48	10.760,32	55.525,27	46.339,83
10	45.543,00	34.891,48	10.760,32	66.285,59	55.131,79
11	45.543,00	34.891,48	10.760,32	77.045,91	63.747,92
12	45.543,00	34.891,48	10.760,32	87.806,23	72.191,72