

1 UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
2 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
3 CURSO DE MESTRADO
4

5
6
7
8 ANÁLISE ECONÔMICA DO POLICULTIVO DE TILÁPIA-DO-
9 NILO (*Oreochromis niloticus*) E CAMARÃO (*Macrobrachium rosenbergii*)
10 EM AQUAPONIA INTEGRADO COM TECNOLOGIA DE
11 BIOFLOCOS

12
13 EDILAINE FOGAÇA
14

15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29 CAMPO GRANDE
30 MATO GROSSO DO SUL
31 2021

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

**Análise Econômica Do Policultivo De Tilápia-Do-Nilo (*Oreochromis Niloticus*) E
Camarão (*Macrobrachium Rosenbergii*) Em Aquaponia Integrado Com Tecnologia De
Bioflocos.**

Economic Analysis Of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) And Shrimp (*Macrobrachium
Rosenbergii*) Polyculture In Integrated Aquaponics With Biofloc Technology.

EDILAINE FOGAÇA

ORIENTADOR: RICARDO CARNEIRO BRUMATTI

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

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha fé me confortou em diversos momentos.

À minha família por acreditarem em mim, em especial minha mãe que sempre esteve presente me dando força e me incentivando a seguir em frente, meus irmãos Edson e Eliane, por mais chata que eu possa ser eles estão sempre dispostos a me aconselhar e me apoiar, meu pai Edilson que me ajudou quando precisei e minha sobrinha Heloisa por me deixar ficar dois anos longe de casa.

Ao meu orientador professor doutor Ricardo Carneiro Brumatti, primeiramente por aceitar ser meu orientador, agradeço a oportunidade e pelo aprendizado e apoio.

Ao professor doutor Jayme Aparecido Povh pelos conselhos e por me atender sempre que o procurei.

Agradeço também aos amigos, Ana Carla me apoiou e me ajudou, sou muito grata por ter uma amiga como você em minha vida, ao Tiago Venâncio por estar presente nesse período conturbado, sou grata por conhecer tantas pessoas incríveis nesse período.

Um agradecimento especial ao Phillipe Thiago, por me permitir analisar o sistema desenvolvido por ele.

Aos membros da banca por contribuir com essa etapa tão especial.

À Capes pela concessão de bolsa de estudos do mestrado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul que me proporcionou grande aprendizado, contribuindo na minha formação profissional.

A todos que acreditaram em mim e me apoiaram.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

Se você pode sonhar, você pode fazer.

Walt Disney

RESUMO

O grande desafio para o aperfeiçoamento dos sistemas intensivos de produção em aquicultura está baseado na diminuição no uso dos recursos hídricos para renovação e manutenção de sua qualidade de água e redução da emissão de efluentes. A aplicação da tecnologia BFT favorece também o cumprimento de metas de desenvolvimento sustentável, pois possibilita a atividade o alcance de resultados com maior produtividade e menor impacto ao meio ambiente. O objetivo do presente trabalho foi analisar economicamente o sistema de aquaponia com policultivo de tilápia-do-Nilo e camarão de água doce com e sem o uso de BFT. Cada tratamento foi composto por 6 módulos, cada módulo por dois recipientes, sendo um de 500L para alocar as plantas e o cascalho; e outro de 1000 L para estocar os peixes e camarões. O período experimental foi de 60 dias, no qual foram utilizados 276 tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio inicial de 438 g e 60 camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) com peso médio inicial de 10 g. Foram realizados os seguintes levantamentos dentre as classificações do sistema de custo: aquisição dos animais e mudas de hortaliças, mão-de-obra, controle da qualidade de água (manutenção do BFT), nutrição, sanidade, manutenções do sistema e energia. Foram gerados os seguintes valores econômicos: receitas, custo operacional total (COT), custo operacional efetivo (COE), resultado operacional, lucro bruto e participação (%), compondo o demonstrativo de resultados econômicos (DRE).

Palavras chaves: viabilidade econômica; custos; lucro; *Oreochromis niloticus*, *Macrobrachium rosenbergii*; BFT.

ABSTRACT

The great challenge for the improvement of intensive aquaculture production systems is based on the reduction in the use of water resources to renew and maintain its water quality and reduce effluent emissions. The application of BFT technology also favors the achievement of sustainable development goals, as it enables the activity to achieve results with greater productivity and less impact on the environment. The objective of the present work was to analyze economically the aquaponics system with polyculture of Nile tilapia and freshwater shrimp with and without the use of BFT. Each treatment was composed by 6 modules, each module by two containers, one of 500L for allocating the plants and gravel; and another 1000 L to store fish and shrimp. The experimental period was 60 days, in which 276 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with an initial average weight of 438 g and 60 freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*) with an initial average weight of 10 g were used. The following surveys were carried out among the cost system classifications: acquisition of animals and vegetable seedlings, labor, water quality control (BFT maintenance), nutrition, health, system maintenance and energy. The following economic values were generated: revenues, total operating cost (TOC), effective operating cost (COE), operating result, gross profit and share (%), making up the economic results statement (DRE).

Keywords: economic viability; costs; gross profit *Oreochromis niloticus*, *Macrobrachium rosenbergii*, BFT.

LISTA DE TABELAS

1	
2	
3	Tabela 1. Indicadores zootécnicos do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e
4	Camarão de água doce em sistema de RAS e BFT obtidos ao final do período experimental.33
5	Tabela 2. Demonstrativo de resultados econômicos (DRE) do policultivo em sistema
6	aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão da água doce em sistema de RAS e BFT.35
7	Tabela 3. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e
8	Camarão da água doce em sistema de BFT: preço de aquisição camarão.38
9	Tabela 4. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e
10	Camarão da água doce em sistema de BFT: preço de venda da tilápia.....39
11	Tabela 5. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e
12	Camarão da água doce em sistema de BFT: peso médio final e biomassa de estocagem.....39
13	
14	

LISTA DE FIGURAS

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Figura 1- Produção mundial da aquicultura.	13
Figura 2- Evolução da produção da piscicultura nacional nos últimos anos.....	14
Figura 3 - Tilápia-do-nilo.	18
Figura 4 - Camarão <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	20
Figura 5 - Estação de aquaponia.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Mercado internacional.....	12
2.2. Mercado nacional	13
2.3. Análise econômica	15
2.4. Policultivo	17
2.4.1. Tilápia.....	18
2.4.2. Camarão	19
2.5. Aquaponia	21
2.6. Bioflocos	22
REFERÊNCIAS	24
Resumo.....	29
Abstract	30
1. Introdução	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1. Experimento	32
2.2. Análise econômica.....	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4. CONCLUSÃO.....	41
5. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A produção de pescado durante muito tempo foi oriunda do extrativismo, porém com a estagnação da pesca extrativa, este cenário apresentou mudanças nos últimos anos, no qual a aquicultura tornou-se o principal meio de manutenção e expansão do setor. Desse modo, a aquicultura vem apresentando crescimento contínuo na produção comercial de organismos aquáticos (FAO, 2020). A aquicultura assim como outras atividades têm como finalidade a exploração produtiva, econômica e financeira de organismos aquáticos sob o controle humano (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2018).

A rápida expansão da produção de organismos aquáticos observada a partir da década de 1980 foi baseada na introdução de novas técnicas de produção, com custos acessíveis e ganhos significativos da produtividade e qualidade na produção de proteína animal. Com tais ganhos de competitividade, isso sustenta as expectativas otimistas para manutenção da tendência de alta da produção nas próximas décadas, por meio de novas unidades intensivas e ampliação das áreas de produção em terra e no mar (SIQUEIRA, 2017). Apesar da liderança destacada da China e países asiáticos nesse período, a expansão da aquicultura foi generalizada por todos os continentes (FAO, 2020).

Em 2018 a produção de pescados atingiu 179 milhões de toneladas, avaliadas em mais de 400 bilhões de dólares, em que a produção da aquicultura totalizou 82 milhões de toneladas estipuladas em 250 bilhões de dólares (FAO, 2020).

A aquicultura brasileira foi o setor de carnes que obteve maior incremento percentual em produção entre 2004 e 2014, atingindo quase 8% de crescimento anual médio, enquanto as demais esferas demonstraram crescimento inferior (bovinos 5,1%, frango 4,1% e suínos 2,9%). A tilápia tem se mantido como principal espécie aquícola cultivada no país, com incremento médio de produção de 14,2% ao ano neste mesmo período citado anteriormente (2004-2014) (KUBITZA, 2015).

O Brasil apresenta vantagens excepcionais para o desenvolvimento da produção de organismos aquáticos (BARROS et al., 2016). Com clima e geografia favoráveis e diversificados, terras disponíveis, rica biodiversidade, mão de obra relativamente barata, produção significativa de grãos utilizados na fabricação de rações, costa litorânea com mais de oito mil quilômetros, e à sua dimensão territorial, que dispõe de, aproximadamente, 13% da água doce renovável do planeta. Em relação às águas continentais, fazem parte desse volume as áreas alagadas artificialmente pela construção de barragens, contidas em reservatórios de usinas hidrelétricas, bem como áreas particulares para produção em viveiros de terra escavados (ROCHA et al., 2013).

Os sistemas de produção aquícolas podem ser classificados de várias maneiras, cada um com suas particularidades, e assim com suas vantagens e desvantagens (CREPALDI et al., 2006). Essas classificações estão relacionadas com o uso de água, quanto a intensificação da produção; e quanto a utilização das espécies. Quanto ao uso da água temos, sistema de água parada ou estático; sistema com renovação de água e sistema com recirculação de água; na classificação pela intensificação da produção temos, sistema extensivo, sistema intensivo e sistema semi-intensivo; e na utilização de espécies classificamos em cultivos consorciados, policultivo e monocultivo (LIMA et al., 2015).

O policultivo é um sistema de produção integrado, onde duas ou mais espécies aquáticas são criadas no mesmo local. Esse sistema otimiza o uso de mão-de-obra e instalações, aumentando a eficiência ambiental e econômica (COSTA et al., 2013). As espécies utilizadas para compor esse sistema necessitam ter hábitos alimentares diferentes entre si, para que não ocorra competição pelo alimento. Recomenda-se o uso de uma das espécies com hábito alimentar detritívoro, que se alimentam de plantas, restos de alimentos, fezes e partículas em decomposição, para manutenção da qualidade da água (HAQUE et al., 2018).

Apesar da produção em tanques-rede e viveiros escavados serem os principais sistemas de produção, novos sistemas têm sido implantados, tais como os circuitos fechados com reuso de água e cultivos em tanques elevados (MILANEZ et al., 2019). A aquaponia é uma interação entre o cultivo hidropônico e o cultivo aquícola, com objetivo de aumentar a eficiência da produção de alimentos, tornando as duas produções menos impactantes ao meio ambiente, além disso, fornece condições à agricultura familiar de produzir próximo ou em perímetro urbano peixes e hortaliças, em espaço reduzido comparado a outros sistemas de produção de pescado (ROOSTA; AFSHARIPOOR, 2012).

Outro sistema de produção que tem ganhado grande destaque na piscicultura consiste na tecnologia de bioflocos (LIMA et al., 2015), que consiste em reciclar nutrientes através de uma elevada relação carbono/nitrogênio disponível na água, para promover o desenvolvimento de bactérias heterotróficas que convertem amônia em biomassa microbiana, que serve como suplemento na alimentação (AVNIMELECH, 2007). Desse modo, a aquicultura é uma atividade que pode ser praticada de forma sustentável, com custo de investimento relativamente baixo e produtividade elevada, que apresenta capacidade de ampliar a produção mundial de alimentos de forma significativa, contribuindo, assim, para a maior segurança alimentar no mundo (SIQUEIRA, 2017).

Conhecer o custo de produção é importante em qualquer atividade econômica, e na aquicultura não é diferente, que por sua vez, é composta por um conjunto de variáveis que

1 influenciam a viabilidade da produção. Sendo assim, é preciso analisar economicamente a
2 produção, identificar os itens que compõem os custos na atividade, assim como os parâmetros
3 relativos à rentabilidade da atividade (SABAINI; CASAGRANDE; BARROS, 2015; SABBAG
4 et al., 2007). Objetivou-se com esse estudo analisar economicamente um sistema de policultivo
5 de tilápia-do-nilo com camarão de água doce em sistema de aquaponia com e sem o uso de
6 BFT.

8 **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

10 **2.1. Mercado internacional**

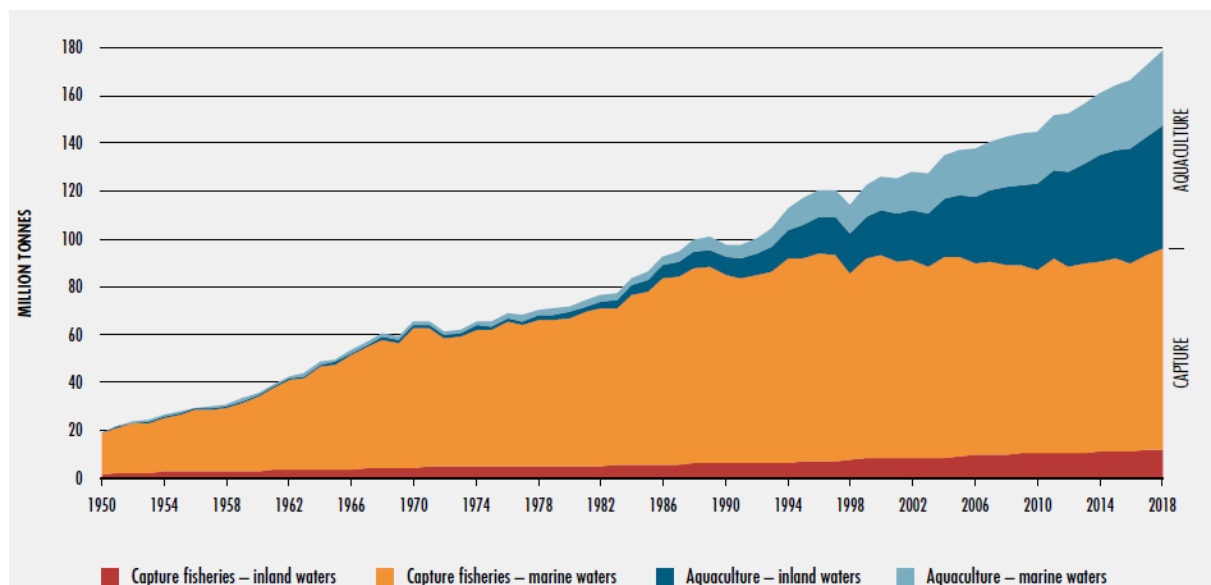
11 Com a estagnação da pesca marinha e continental no mundo e ampla divulgação dos
12 benefícios do pescado como alimento saudável, a aquicultura deixou de ser uma atividade
13 artesanal e ganhou mercado consumidor sólido (FAO, 2018). Assim, a aquicultura no mundo
14 cresceu fortemente a partir da década de 1990, enquanto o volume de pesca permaneceu
15 praticamente estável. Portanto, o crescimento do consumo mundial de pescado tem sido
16 sustentado exclusivamente pela aquicultura (FAO, 2020).

17 Tomando-se como referência a taxa de crescimento da produção de pescado nas últimas
18 décadas, pode-se dizer que a expansão da atividade aquícola foi liderada por segmentos como
19 peixes de água doce, crustáceos, moluscos, farinhas de peixe e plantas aquáticas, com a
20 produção média aumentando cerca de dez vezes entre as décadas de 1960 e 2000 (FAO, 2018).
21 Nesse período, a produção de peixe de água doce saltou da média de 5 milhões de toneladas/ano,
22 nos anos 1960, para 50 milhões de toneladas/ano, em 2011 (SIQUEIRA, 2017).

23 Nos últimos 60 anos o crescimento do consumo mundial de pescados foi superior a taxa
24 de crescimento populacional mundial, no qual este consumo aumentou em 3,2% e o
25 crescimento populacional em 1,6%. O consumo per capita passou de 9,0 kg em 1961 para 20,2
26 kg em 2015, com taxa média de crescimento de 1,5% ao ano (FAO, 2018).

27 Estima-se que a produção global de peixes tenha atingido 179 milhões de toneladas em
28 2018, com valor total estimado em US\$401 bilhões, dos quais 82 milhões de toneladas avaliadas
29 em US\$250 bilhões foram provenientes da produção da aquicultura. Do total geral, 156 milhões
30 de toneladas foram destinadas ao consumo humano, sendo equivalente a 20,5 kg per capita,
31 enquanto o restante foi destinado a fins não alimentares, como a produção de farinha de peixe
32 e óleos (FAO, 2020).

Figura 1- Produção mundial da aquicultura.



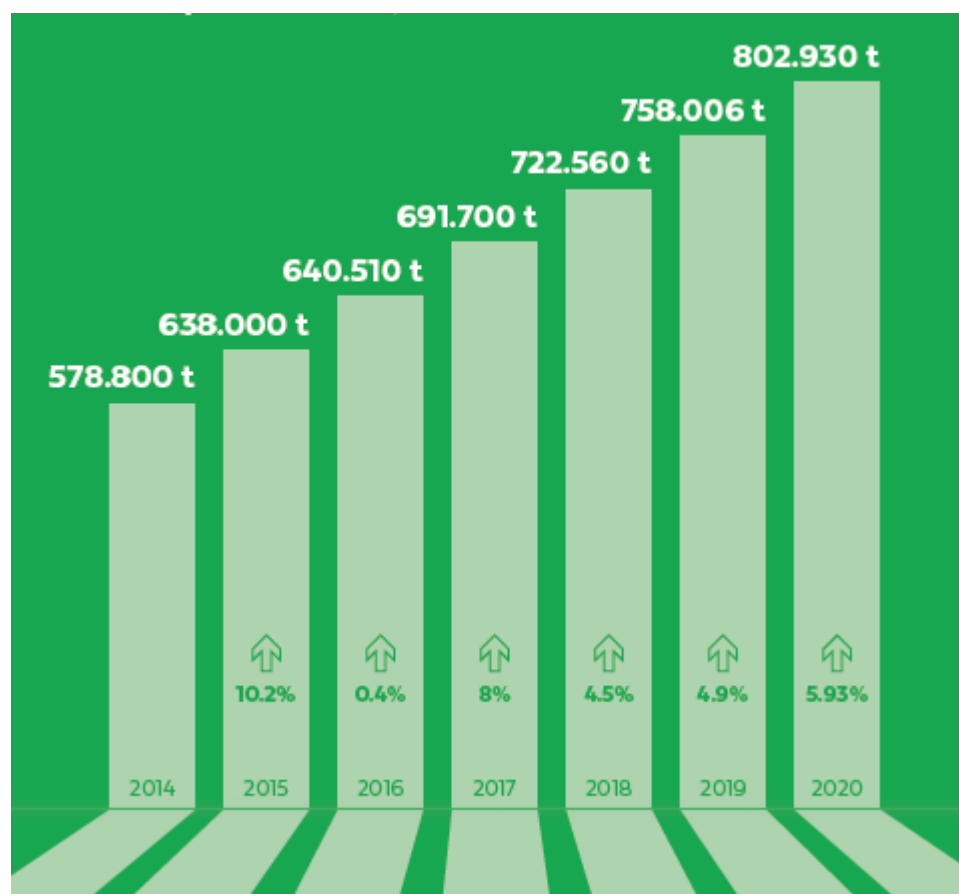
Fonte: (FAO, 2020).

A produção mundial da aquicultura teve uma ligeira diminuição no seu crescimento no ano de 2019, após o crescimento bastante sustentado experimentado em 2018. No entanto, enquanto a produção da aquicultura continuou a expandir, a pesca de captura ficou estagnada. Os preços dos peixes caíram em 2019, principalmente das espécies com consumo elevado. A perspectiva para a próxima década é que haja um aumento da produção global da agricultura e da pesca em cerca de 1,4% ao ano, além disso, espera-se que o aumento da produtividade continue a superar o aumento da demanda (OECD/FAO, 2020).

2.2. Mercado nacional

Nos últimos sete anos, a produção aquícola brasileira teve um crescimento de 31%, transpondo de 578,8 mil toneladas em 2014 para 802,93 mil toneladas em 2020 (PEIXEBR, 2021).

Figura 2- Evolução da produção da piscicultura nacional nos últimos anos.



Fonte: (PEIXEBR, 2021).

O acelerado crescimento da cadeia produtiva de peixes no Brasil ainda não se equipara aos demais setores produtores de proteína animal, porém, corrobora o potencial produtivo do setor agropecuário (KUBITZA, 2015). A aquicultura brasileira cresceu consideravelmente nas últimas décadas, mas poderia ter se desenvolvido mais se houvesse maior organização dos produtores, estabelecimento de políticas mais efetivas e maior apoio do governo ao setor (PEIXEBR, 2021). Ainda assim o Brasil é considerado um dos países com maior potencial para produção de organismos aquáticos, graças ao forte mercado doméstico, produção recorde de grãos, indústria de rações estabelecida e amplo território grande parte sob um clima tropical, com boa disponibilidade hídrica e áreas favoráveis para a construção de tanques e açudes (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2018).

O crescimento da piscicultura nacional é amparado em uma diversidade de espécies, estando em evidência a espécie exótica tilápia, com produção crescente ano a ano, em que representou 60% do total produzido pela piscicultura em 2018, seguida pela espécie nativa tambaqui com 19%. Além desses, outras espécies bastantes difundidas na piscicultura brasileira

são as carpas, demais peixes do grupo dos peixes redondos, como os híbridos tambacu e tambatinga, os surubins, e o pirarucu (IBGE, 2018; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

A tilápia foi o destaque de 2020. A produção brasileira cresceu 12,5%, atingindo 486.155 toneladas (contra 432.149 t do ano anterior). Com esse excelente desempenho, a espécie consolidou-se ainda mais no cenário nacional. Sua participação na produção total de peixes de cultivo passou para 60.6% (foi de 57% em 2019). Os peixes nativos continuam representando um segmento muito importante da piscicultura brasileira, porém teve sua participação reduzida. A produção de 278.671 t em 2020 foi 3,2% menor que as 287.930 t do ano anterior: foram 9.259 toneladas a menos em um ano (PEIXEBR, 2021).

O setor de carcinicultura sofreu uma queda acentuada devido a incidência do vírus da síndrome da mancha branca, porém em 2018 o setor já mostrou sinal de recuperação apresentando 11,4% de crescimento em relação ao ano anterior (IBGE, 2018).

Com todo o desenvolvimento do setor aquícola, produzir em quantidade e qualidade exige a busca de alternativas capazes de minimizar o impacto ambiental da atividade, através de tecnologias sustentáveis (ROBINSON et al., 2018).

2.3. Análise econômica

As atividades do agronegócio são compostas por conjuntos de variáveis que influenciam a viabilidade da produção. Para obter sucesso em qualquer atividade é fundamental o conhecimento dos seus custos incorridos da produção, e assim, sendo indispensável realizar a análise econômica, com identificação dos principais itens necessários presentes no desembolso, assim como os parâmetros relativos à rentabilidade da atividade (SABAINI; CASAGRANDE; BARROS, 2015; SABBAG et al., 2007).

Uma gestão eficiente de custos em uma empresa rural facilita a identificação de problemas, ajuda na prevenção de riscos, otimiza a produção e ainda auxilia na tomada de melhores decisões frente a cenários que possam ocorrer ao longo do ciclo de produção (COSTA; SABBAG; MARTINS, 2018). Na microeconomia o estudo dos custos fornece ao empresário possibilidades de escolha entre as opções de produção, permitindo a empresa dispor e combinar os recursos utilizados na produção, visando apurar melhores resultados econômicos (MENDES et al., 2015).

Os produtores são tomadores de preço, ou seja, o preço de venda não é estabelecido pelo produtor e com isso o que pode ser feito para obter o maior lucro possível é gerir os custos com eficiência (MARTIN et al., 1998). Sem isso a empresa não conseguirá se manter competitiva no mercado e perderá a capacidade de avaliar com eficiência o desempenho do sistema

1 produtivo, não sendo possível tomar decisões acertadas e ágeis para estabelecer melhorias para
2 o ambiente de produção e assim estará em desvantagem no mercado competitivo (SILVA et al.,
3 2014).

4 Na piscicultura um fator importante é conhecer o custo de produção, que por sua vez,
5 compõe o conjunto de variáveis que influencia a viabilidade do projeto aquícola. Isso mostra a
6 importância que realizar o controle dos indicadores zootécnicos e econômicos, pois a partir
7 desses valores é possível realizar cálculos de custo, que servirá como ferramenta no diagnóstico
8 da produção (SABAINI; CASAGRANDE; BARROS, 2015).

9 As instalações para produção de peixes representam item de maior investimento em uma
10 piscicultura, tanto para cultivo em taques escavados quanto para tanques-rede. Para minimizar
11 esse custo, é necessário adequado planejamento das ações e das etapas do empreendimento
12 (SOUZA; GUALBERTO; O'SULIVAN, 2013). Enquanto, o manejo alimentar eficiente aliado
13 a uma ração de boa qualidade resulta em um bom desempenho dos peixes, alcançando boa taxa
14 de conversão alimentar o que a base para que o sistema se torne economicamente viável, já que
15 os custos com alimentação representam a maior parte do custo total de produção, sendo
16 considerado agente direcionador do custo operacional efetivo (MARTIN et al., 1998; VERA-
17 CALDERÓN; FERREIRA, 2004).

18 O custo operacional compõe-se de todos os custos ou despesas consideradas diretas, ou
19 seja, ligadas a produção, representadas pelo dispêndio de dinheiro e ainda de custos indiretos
20 sendo eles monetários ou não monetários (MATSUNAGA et al., 1976). O custo operacional é
21 dividido em custo operacional efetivo e custo operacional total, onde um considera os custos
22 diretos e o outro os custos indiretos, respectivamente (FREITAS et al., 2015). Ao mesmo tempo
23 que a margem bruta é um modo interessante de demonstrar os resultados de lucro e custos, no
24 qual esse valor mede o desempenho da produção, auxiliando na visualização dos resultados,
25 sendo eles positivos ou negativos (ENGLE, 2010).

26 A análise de sensibilidade permite verificar sistematicamente quais parâmetros poderão
27 exercer influência no resultado econômico da atividade (ENGLE, 2010). Essa ferramenta não é
28 usada apenas de forma crítica aos resultados, serve também para orientar esforços de pesquisas
29 futuras, podendo ser conduzidas para determinar quais parâmetros requerem pesquisa adicional
30 para fortalecimento da base de conhecimento e evidenciar quais parâmetros possuem maior
31 influência nos resultados (HAMBY, 1994).

32
33
34

2.4. Policultivo

O policultivo é um sistema de produção integrado, onde duas ou mais espécies aquáticas são criadas no mesmo local. Esse sistema otimiza o uso de mão-de-obra e instalações, aumentando a eficiência ambiental e econômica (COSTA et al., 2013). As espécies utilizadas para compor esse sistema precisam ter hábitos alimentares diferentes entre si, para não ocorrer competição por alimento. Recomenda-se o uso de uma das espécies com hábito alimentar detritívoro, que se alimentam de plantas, restos de alimentos, fezes e partículas em decomposição, para manutenção da qualidade da água.

A produção integrada, por sua vez, permite a diversificação dos produtos, contribuindo para maior probabilidade de sucesso do empreendimento por não depender de um único produto. Além disso, permite o uso mais racional da terra, dos recursos hídricos, dos nutrientes e da mão de obra (KIMPARA et al., 2019).

Os fatores que tornam o sistema de policultura mais lucrativo são porque em uma terra a otimização pode ser realizada cultivando mais de um tipo de organismo. Além disso, os diferentes hábitos alimentares dos organismos que são nutridos ajudam a melhorar a eficiência da alimentação (SUDIRMAN; RAHARDJO; RUKMONO, 2020).

A criação da tilápia nilótica apresenta características que favorecem o policultivo com camarões de água doce. Ambos exigem temperaturas similares para atingir alta produtividade, podem alcançar o tamanho de comercialização próximo de cinco meses, toleram águas de baixa qualidade e apresentam poucos problemas com doenças (ROUSE; KAHN, 1998; VALENTI, 2002b).

As tilápias ocupam a coluna d'água, explorando pouco o fundo, enquanto os camarões ocupam apenas o extrato bentônico dos viveiros. Além disso, no monocultivo de tilápias pode haver deposição significativa de detritos no fundo, que são lançados no ambiente. As fezes das tilápias e os resíduos de ração que iriam se constituir em poluição ambiental no monocultivo, podem transformar-se em biomassa de alto valor econômico no policultivo (VALENTI, 2002a).

Santos; Valenti (2002) em estudos experimentais demonstraram a viabilidade técnica e econômica do policultivo da tilápia-do-Nilo com camarão de água doce. No referido estudo os viveiros foram povoados com pós larvas ou juvenis de camarões em densidades de 2 a 4 indivíduos/m² e de 1 a 2 indivíduos/m² de juvenis de Tilápia-do-Nilo revertidos para machos. O fornecimento de ração foi apenas para as tilápias e os camarões alimentaram-se com as fezes dos peixes e com os resíduos da ração. Ao final de 6 meses foi obtida produção de tilápias equivalente ao que seria obtido no monocultivo, realizado em condições semelhantes, com

1 produção adicional de 400 a 800 kg de camarões com peso médio de 20 a 35g, sendo
2 interessante forma de aumentar a renda do produtor com pouca adição de custos efetivos.

4 2.4.1. Tilápia

5 Seis em cada dez peixes cultivados no Brasil são tilápias, a produção da espécie mais
6 importante da piscicultura brasileira atingiu 486.155 toneladas, em 2020, com isso, passa a
7 representar 60,6% do total (802.930 t), o desempenho da tilápia foi o melhor entre todas as
8 espécies de peixes de cultivo. A produção cresceu expressivos 12,5% em relação ao ano anterior
9 (432.149 t) (PEIXEBR, 2021). A tilápia é encontrada em todas as regiões do Brasil
10 comprovando sua capacidade adaptativa. A região Sul sobressai como maior produtora de
11 tilápia, com 42% da criação nacional, seguida pelas regiões Sudeste e Nordeste. Dentre os
12 estados, o Paraná obteve a maior produção seguido por São Paulo e Minas Gerais, nessa ordem
13 (IBGE, 2018).

14
15 Figura 3 - Tilápia-do-nilo.



16
17 Fonte: <https://blog.mfrural.com.br/especies-de-tilapias-criadas-no-brasil/>

18
19 Suas características produtivas destacam a boa adaptação a diversas regiões climáticas e
20 a diferentes sistemas de cultivo, resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades,
21 em ambientes hostis e estressantes (FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008). A
22 tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) demonstra capacidade de produção em temperaturas
23 entre 14 e 33°C em ambientes de água doce, e ainda, algumas variedades mostraram se adaptar

a ambientes salinos (SOUZA; GUALBERTO; O'SULIVAN, 2013). Apesar da boa adaptação a diferentes condições ambientais o ciclo produtivo da tilápia é afetado, pois o seu metabolismo sofre influência do clima, fazendo com que haja variação no tempo de cultivo. Em estados mais quentes o ciclo produtivo tende a ser mais curto, atingindo peso para despesca em um período de 210 dias, ao passo que em regiões com temperaturas baixas é necessário um período mais longo, onde, o peso ideal é alcançado aos 270 dias de criação (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Por serem uma espécie de maturação sexual precoce, é indicado o cultivo de populações monossexo para evitar reprodução em cativeiro durante a engorda impedindo problemas de heterogeneidade do lote. Para produção de população monossexo, é utilizado o processo de reversão sexual, a partir de fornecimento de rações com hormônios masculinizantes na fase de pós larva (MEURER et al., 2005; PHELPS; CEREZO, 1993).

Com relação as exigências nutricionais das tilápias, já está determinada para cada fase de cultivo, em que a proteína nas rações pode variar de 36 a 28% e a concentração energética na faixa de 3500 Kcal kg⁻¹. A ração para tilápia pode contém no máximo 5% de farinha de peixe, o que reduz o custo deste insumo e torna-se uma vantagem para o produtor (SOUZA; GUALBERTO; O'SULIVAN, 2013).

A tendência é de que nos próximos anos novos estados se destaquem na produção de tilápia, em consequência de mudanças nas legislações ambientais estaduais que limitavam a produção dessa espécie, como o estado de Mato Grosso, que atualmente destaca-se com maior produção de peixes nativos da piscicultura do Brasil, e recentemente autorizou o cultivo de tilápia e encontra-se em desenvolvimento alguns projetos em implantação (MILANEZ et al., 2019).

2.4.2. Camarão

O camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*), também conhecido como Gigante da Malásia, apresenta boa adaptação ao clima brasileiro, favorecendo o seu desenvolvimento na cadeia produtiva, demonstrando rápido crescimento e elevada resistência a doenças (MALLASEN; VALENTI', 1998).

Figura 4 - Camarão *Macrobrachium rosenbergii*.



Fonte: <http://www.oceaninspiration.net/camarao-da-malasia/>

A criação de camarões de água doce envolve três fases distintas: larvicultura, berçário e engorda, a larvicultura compreende a obtenção e o desenvolvimento das larvas até completarem a metamorfose em pós-larvas (PL); na fase de berçário, as PL são pré-estocadas em tanques ou viveiros por 15 a 60 dias, quando atingem o estágio de juvenil; no crescimento final, os juvenis são introduzidos em viveiros de água doce com fundo de terra até atingirem o tamanho adequado para sua comercialização (VALENTI, 2002b).

As necessidades alimentares dos camarões variam ao longo do cultivo, no primeiro mês, os juvenis utilizam principalmente o alimento natural presente no viveiro, no entanto, é essencial o fornecimento de energia para a manutenção da biota bentônica, nos dois meses seguintes, pode-se utilizar ração com aproximadamente 32% de proteína, principalmente de origem vegetal e a partir do 4º mês, a biomassa de camarões é elevada e há grande potencial para o crescimento (VALENTI, 2002a).

O camarão da malásia é um animal bastante apreciado pela culinária asiática, por isso é frequentemente comercializado vivo em restaurantes e feiras específicas, para esse mercado, os animais são comercializados em tamanhos grandes, até 60 gramas, mas, existem consumidores que preferem camarões menores ou compram somente o camarão descabeçado, geralmente, o camarão da Malásia é comercializado a partir de 20 gramas em torno de R\$40,00 a R\$90,00 por quilograma, no ano de 2017 (KIMPARA et al., 2019)

2.5. Aquaponia

A aquaponia é um sistema de interação entre plantas e animais, onde os resíduos da produção animal são utilizados como fertilizantes para as plantas, reduzindo assim custos para uma segunda produção (DIVER, 2006). Um insumo fundamental na aquaponia é a ração, pois a partir da ingestão, digestão e excreção dos peixes, as bactérias fazem a conversão da excreta em nutrientes assimilados e absorvidos pelas plantas (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018).

A aquaponia é sistema fechado, o qual existe uma acentuada inter-relação entre o resíduo do peixe e o vegetal em cada um dos dispositivos. O sistema se torna um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que se relacionam por meio de ciclos biológicos naturais (CARNEIRO et al., 2015). O sistema tem como vantagem reduzir o consumo da água e tratar os resíduos da piscicultura, reaproveitando os nutrientes na produção de vegetais. O sistema mais utilizado é o sistema de recirculação, o que possibilita a diminuição no uso de água com a utilização de reservatórios coletores para os resíduos. O efluente coletado é então usado como adubo nas plantas (SAVIDOV; HUTCHINGS; RAKOCY, 2007).

O modelo de aquaponia é formado basicamente por três dispositivos: sistema de produção de peixe em fluxo contínuo, sistema de biofiltro e hidroponia, esse sistema é implantado com recirculação de água e, nesse caso, a água efluente das unidades de produção deve ser tratada pelo biofiltro para retirada de resíduos sólidos e de nutrientes dissolvidos. (BUSS et al., 2015).

O quantitativo de plantas a ser utilizado no sistema de aquaponia está diretamente ligado à densidade de peixes estocada no sistema, o que por sua vez limita a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. A literatura sugere proporções entre viveiro de peixes e a parte hidropônica que variam de 1:1 para até 1:4, no que tange ao volume de água do viveiro de peixes e da parte vegetal (DIVER, 2006). A troca de água em sistemas aquapônico fechados é de 2% ao dia, e os nutrientes dissolvidos oriundos do metabolismo dos peixes se acumulam em concentrações semelhantes às soluções nutritivas do sistema hidropônico (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2016).

A recirculação é o sistema em que a água passa pelos tanques de produção e posteriormente segue para o tratamento em filtros mecânico e biológico, e retorna ao sistema após a filtração por meio de bombeamento. A reposição de água é equivalente a perda durante o processo por evaporação e infiltração. O controle das características de qualidade de água como temperatura, níveis de oxigênio dissolvido, amônia e nitrito ocorre pela combinação de troca de água, aeração e biofiltração. Com a utilização dessa técnica é possível controlar o ambiente de produção sem grandes prejuízos ao meio ambiente, pois, mesmo com o alto fluxo

de água circulante não é necessário um grande volume de água para renovação e controle de efluentes (CREPALDI et al., 2006).

O sucesso desse tipo de cultivo depende de um eficiente sistema de filtragem que proporcione aos organismos aquáticos adequada qualidade de água e oferta de rações com elevados níveis nutricionais. O sistema de recirculação de água demanda altos custos de implantação e operação, tornando o sistema ideal para produção de espécies que tenha bom desempenho em alta densidade de estocagem e possua um bom valor comercial (KUBITZA, 2006). Ao mesmo tempo, as desvantagens do sistema aquapônico são a dependência de energia elétrica, dependência de conhecimento básico de biologia, fitotecnia, piscicultura, hidráulica e engenharia (CARNEIRO et al., 2015).

A alta densidade de peixes nos viveiros, característica de muitos sistemas de aquaponia e de sistemas de recirculação de água, é limitador na escolha da espécie a ser utilizada. A espécie de peixe deve ser tolerante a altas densidades de estocagem e ao manejo frequente, que é uma característica da aquaponia (SÁTIRO; NETO; DELPRETE, 2018). Uma das principais espécies utilizadas no Brasil é a Tilápia-do-Nilo, que é um peixe rústico e resistente, com boa conversão alimentar, tolerante a elevadas densidades de estocagem, além de apresentar bom valor comercial. A carpa comum (*Cyprinus carpio*) é outra espécie com grande potencial para produção nesse sistema, devido a sua alta resistência a variações nos parâmetros de qualidade da água e flexibilidade frente à maiores densidades de estocagem (CARNEIRO et al., 2015).

Com relação à parte vegetal do sistema aquapônico, é possível produzir uma elevada gama de espécies vegetais, como alface, manjericão, agrião, repolho, rúcula, morango, pimenta, tomate, quiabo, pepino e muitas outras. No entanto, nesse sistema deve se atentar as necessidades das plantas relacionadas a espaço, nutrição, aeração, temperatura e radiação solar (CARNEIRO et al., 2015).

2.6. Bioflocos

A tecnologia bioflocos (BFT) tem como princípio básico transformar os compostos nitrogenados dissolvidos na água, que são tóxicos em concentrações elevadas, através dos microrganismos presentes no BFT, através de adição de fontes de carbono no sistema de cultivo (melaço, dextrose, farelo, entre outros) e assim provocar o aumento da biomassa microbiana (FÓES; GAONA; POERSCH, 2012). Além disso, esse sistema promove a metabolização dos compostos nitrogenados, mesmo quando a matéria orgânica e a demanda bioquímica de oxigênio no ambiente de cultivo são altas (SURYAKUMAR; AVNIMELECH, 2017). Com a elevada relação carbono/nitrogênio disponível na água, a reciclagem de nutrientes promove o

desenvolvimento de bactérias heterotróficas que convertem amônia em biomassa microbiana, que serve como suplemento na alimentação (AVNIMELECH, 2007).

No cultivo em BFT é realizada pequenas ou nenhuma troca de água durante o cultivo, havendo apenas a reposição da água perdida por evaporação e outros meios e reposição das fontes de carbono, o que lhe confere as vantagens de manter a temperatura e as flutuações de calor (AZIM; LITTLE, 2008). Este sistema permite complementação da dieta dos organismos aquáticos cultivados, com os flocos microbianos que possuem altos teores de proteína. Além disso, diminui a possibilidade de disseminação de doenças e o uso de áreas menores para o cultivo, com baixa disponibilidade de água e maiores densidades de estocagem (ROCHA et al., 2013).

A implantação desse sistema acarreta aumento dos custos incorridos do processo de criação, porém possibilita aumento na produtividade, em função de possibilitar a utilização de maiores densidades de estocagem. O consumo de oxigênio em altas densidades somadas a utilização de oxigênio pelo bioflocos é muito elevado nesse sistema de cultivo, e assim, torna-se necessário o uso contínuo de aeração artificial (FÓES; GAONA; POERSCH, 2012).

São várias as vantagens no uso dessa tecnologia, o que inclui baixo consumo de alimento artificial e baixa ou nenhuma renovação de água, trazendo certa economia a produção, menor risco de introdução de patógenos e doenças, maior biossegurança, maior crescimento e sobrevivência e, portanto, maior produção aquícola (KRUMMENAUER et al., 2011; PÉREZ-FUENTES; PÉREZ-ROSTRO; HERNÁNDEZ-VERGARA, 2013; SAMOCHA et al., 2011). Em contrapartida ocorre incremento nos custos com uso de energia elétrica já que o uso de BFT exige aeração mecânica.

A aplicação do BFT favorece também o cumprimento de metas de desenvolvimento sustentável, pois possibilita a produção o alcance de resultados com maior produtividade e menor impacto ao meio ambiente. Além de que, o uso do bioflocos pode ser realizado sistemas integrados, visando produzir mais alimentos com o mesmo espaço e insumos, otimizando assim a produção de alimentos (BOSSIER; EKASARI, 2017).

Uma série de características benéficas estão associadas a tecnologia BFT, como o potencial de ganho alimentar estimado entre 10 a 20% quando comparado com sistemas tradicionais de produção, esse aumento é baseado pela recirculação de nutrientes através de a formação da biomassa microbiana. (AHMAD et al., 2017; AVNIMELECH, 2006; CRAB et al., 2007; DE SCHRYVER et al., 2008) Desse modo é possível definir esse sistema como robusto, simples, de fácil desenvolvimento e economicamente viável (CRAB et al., 2012).

1 REFERÊNCIAS

- 2 AHMAD, I. et al. Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and
3 nutrition. **Aquaculture International**, v. 25, n. 3, p. 1215–1226, 1 jun. 2017.
- 4 AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquacultural**
5 **Engineering**, v. 34, n. 3, p. 172–178, maio 2006.
- 6 AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs
7 technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1–4, p. 140–147, 6 abr. 2007.
- 8 AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality,
9 biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
10 **Aquaculture**, v. 283, n. 1–4, p. 29–35, 1 out. 2008.
- 11 BARROS, A. F. et al. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte
12 no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Arch. Zootec**, v. 65, n. 249, p. 21–28, 2016.
- 13 BOSSIER, P.; EKASARI, J. Biofloc technology application in aquaculture to support
14 sustainable development goals. **Microbial Biotechnology**, v. 10, n. 5, p. 1012–1016, 1 set.
15 2017.
- 16 BUSS, ALENCAR B. et al. **Desenvolvimento da Aquaponia Como Alternativa de Produção**
17 **de alimentos saudáveis em Perimetro Urbano**. [s.l.: s.n.].
- 18 CARNEIRO, P. C. F. et al. **Produção Integrada de Peixes e Vegetais em**
19 **Aquaponia** Embrapa Aracajú - SEEmbrapa, , 2015. Disponível em: <www.embrapa.com.br>
- 20 COSTA, J. I. DA; SABBAG, O. J.; MARTINS, M. I. E. G. Avaliação econômica da produção
21 de tilápias em tanques-rede no médio Paranapanema-SP. **Custos e Agronegócios online**, v. 14,
22 n. 4, p. 259–281, 2018.
- 23 COSTA, L. C. D. O. et al. Polyculture of *Litopenaeus vannamei* shrimp and *Mugil platanus*
24 mullet in earthen ponds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 9, p. 605–611, 2013.
- 25 CRAB, R. et al. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production.
26 **Aquaculture**, v. 270, n. 1–4, p. 1–14, 28 set. 2007.
- 27 CRAB, R. et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges.
28 **Aquaculture**, v. 356–357, p. 351–356, 1 ago. 2012.
- 29 CREPALDI, D. V et al. Sistemas de produção na piscicultura Fish culture production systems.
30 **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3/4, p. 86–99, 2006.
- 31 DE SCHRYVER, P. et al. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture.
32 **Aquaculture**, v. 277, n. 3–4, p. 125–137, 3 jun. 2008.
- 33 DIVER, S. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture. 2006.
- 34 ENGLE, C. R. **Aquaculture Economics and Financing: Management and Analysis**. [s.l.:
35 s.n.].

- 1 FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development
2 goals. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2018.
- 3 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. **Food and Agriculture**
4 **Organization of the United Nations**, 8 jun. 2020.
- 5 FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápia no Brasil:**
6 **origens e cenário atual**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração
7 e Sociologia Rural. **Anais...**2008.
- 8 FÓES, K. G.; GAONA, C. A. P.; POERSCH, L. H. Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na
9 produção intensiva de camarões. **Visão Agrícola**, p. 28–32, 2012.
- 10 FREITAS, C. O. et al. **Gestão de Custo e Viabilidade de Implantação de Piscicultura no**
11 **Município de Urupá em Rondonia, Amazônia - Brasil**. XXII Congresso Brasileiro de Custos.
12 **Anais...**2015.
- 13 HAMBY, D. M. A Review Of Techniques For Parameter Sensitivity Analysis Of
14 Environmental Models. Michigan: [s.n.].
- 15 HAQUE, M. R. et al. Effects of stocking densities of tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,
16 1758) with the inclusion of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) in
17 C/N-CP prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) culture pond. **Aquaculture**
18 **International**, v. 26, n. 2, p. 523–541, 1 abr. 2018.
- 19 IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2018 PPM. **Instituto Brasileiro de Geografia e**
20 **Estatística**, v. 46, p. 1–8, 2018.
- 21 KIMPARA, J. M. et al. **Camarão-da-malásia**Embrapa, 2019. Disponível em:
22 <www.embrapa.br/livraria>
- 23 KRUMMENAUER, D. et al. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*,
24 in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. **Journal of**
25 **the World Aquaculture Society**, v. V. 42, N. 5, p. 726–733, 2011.
- 26 KUBITZA, FERNANDO. Aquicultura no Brasil: Conquistas e Desafios. **Panorama da**
27 **Aquicultura**, v. V. 25, N. 150, p. 10–23, 2015.
- 28 KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água.
29 **Panorama da Aquicultura**, p. 15–22, 2006.
- 30 LIMA, E. C. R. DE et al. Culture of the Nile tilapia “*Oreochromis niloticus*” in biofloc system
31 with different stocking densities. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 16, n.
32 4, p. 948–957, 2015.
- 33 MALLASEN, M.; VALENTI, W. C. Comparison of Artificial and Natural, New and Reused,
34 Brackish Water for the Larviculture of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a
35 Recirculating System. **Journal of the world aquaculture society**, v. 29, n. 3, 1998.
- 36 MARTIN, N. B. et al. Sistema Integrado De Custos Agropecuários-Custagri. **Informações**
37 **Econômicas**, v. 28, n. 1, p. 7–28, 1998.

- 1 MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de Custo de Produção Utilizada Pelo IEA. **Boletim**
2 **Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, p. 123–139, 1976.
- 3 MENDES, C. M. et al. **Introdução à Economia****Introdução a**
4 **Economia** Florianópolis Departamento de Ciências da Administração/UFSC: CAPES:UAB, ,
5 2015.
- 6 MEURER, F. et al. Fontes Protéicas Suplementadas com Aminoácidos e Minerais para a Tilápia
7 do Nilo Durante a Reversão Sexual Protein Sources Supplemented with Amino Acids and
8 Minerals to Nile Tilapia during Sex Reversal Phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 1, p.
9 1–6, 2005.
- 10 MILANEZ, A. Y. et al. Potencial E Barreiras Para A Exportação De Carne De Tilápias Pelo
11 Brasil. **BNDS**, v. 49, p. 155–213, 2019.
- 12 OECD/FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029**. [s.l.] OECD, 2020.
- 13 PEIXEBR. ANUÁRIO 2021 Peixe BR da Piscicultura. **Associação Brasileira da Piscicultura**,
14 p. 1–71, 2021.
- 15 PÉREZ-FUENTES, J. A.; PÉREZ-ROSTRO, C. I.; HERNÁNDEZ-VERGARA, M. P. Pond-
16 reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with the biofloc system. **Aquaculture**, v.
17 400–401, p. 105–110, 20 jun. 2013.
- 18 PHELPS, R. P.; CEREZO, G. The effect of confinement in hapas on sex reversal and growth
19 of oreochromis niloticus. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 1, n. 4, p. 73–82, 5 jan. 1993.
- 20 RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. **Recirculating Aquaculture Tank**
21 **Production Systems: Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture** Oklahoma State
22 **University**, 2016. Disponível em: <<http://osufacts.okstate.edu>>
- 23 ROBINSON, G. et al. Carbon amendment stimulates benthic nitrogen cycling during the
24 bioremediation of particulate aquaculture waste. **Biogeosciences**, v. 15, n. 6, p. 1863–1878, 29
25 mar. 2018.
- 26 ROCHA, C. M. C. DA et al. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura
27 brasileira. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 4–6, 2013.
- 28 ROOSTA, H. R.; AFSHARIPOOR, S. Effects Of Different Cultivation Media On Vegetative
29 Growth, Ecophysiological Traits And Nutrients Concentration In Strawberry Under
30 Hydroponic And Aquaponic Cultivation Systems Effects of Grafting on Alkali Stress in
31 Tomato Plants: Datura Rootstock Improve Alkalinity Tolerance of Tomato Plants View project
32 language power View project. **Article in Advances in Environmental Biology**, v. 6, n. 2, p.
33 543–555, 2012.
- 34 ROUSE, D. B.; KAHN, B. M. Production of Australian Red Claw *Cherax quodricarinatus* in
35 Polyculture with Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. **Journal Of The World Aquaculture**
36 **Society**, v. 29, n. 3, set. 1998.
- 37 SABAINI, D. DA S.; CASAGRANDE, L. P.; BARROS, A. F. DE. Economic Feasibility Of
38 The Cultivation Of Amazon Spotted Catfish (*Pseudoplatystoma* spp.) IN CAGES, IN
39 RONDÔNIA STATE, BRAZIL. **Boletim Intituto da Pesca**, v. 41, n. 4, p. 825–835, 2015.

- 1 SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em
2 um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócio on line**,
3 v. V. 3, N. 2, p. 86–100, 2007.
- 4 SAMOCHA, T. M. et al. Avanços recentes na operação de raceways super-intensivos
5 dominados por bioflocos e com renovação zero para a produção do camarão branco do Pacífi
6 co, *Litopenaeus vannamei*. **Revista Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, p. 62–
7 67, 2011.
- 8 SANTOS, M. J. M. DOS; VALENTI, W. C. Production of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*
9 and Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Stocked at Different Densities in
10 Polyculture Systems in Brazil. **Journal Of The World Aquaculture Society**, v. 33, n. 3, p.
11 369–376, 2002.
- 12 SÁTIRO, T. M.; NETO, K. X. C. R.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: Sistema Que Integra
13 Produção De Peixes Com Produção De Vegetais De Forma Sustentável. **Revista Brasileira**
14 **Engenharia de Pesca**, p. 38–54, 2018.
- 15 SAVIDOV, N. A.; HUTCHINGS, E.; RAKOCY, J. E. Fish and Plant Production in a
16 Recirculating Aquaponic System: a New Approach to Sustainable Agriculture in Canada. **Acta**
17 **Horticulturae**, v. 742, p. 209–221, 2007.
- 18 SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução Da Piscicultura No Brasil: Diagnóstico
19 E Desenvolvimento Da Cadeia Produtiva De Tilápia. **Instituto de Pesquisa Econômica**
20 **Aplicada**, p. 1–42, 2017.
- 21 SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento E Potencial Da Tilapicultura
22 No Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, p. 177–201, 2018.
- 23 SILVA, J. D. DA et al. Gestão De Custos Como Ferramenta De Planejamento E Controle: **um**
24 **estudo no Jornal Gazeta do Oeste em Mossoró/RN**. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
25 <www.tcpdf.org>.
- 26 SIQUEIRA, T. V. DE. Aquicultura: A Nova Fronteira Para Aumentar A Produção Mundial De
27 Alimentos De Forma Sustentável. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, p. 53–60, 2017.
- 28 SOUZA, J. DA S. L.; GUALBERTO, G. F.; O’SULIVAN, FERNANDA L. DE A. **Influência**
29 **da Temperatura no Crescimento de Juvenis de Tambaqui**. (R. C. Quisen, Ed.) Anais da X
30 Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental. **Anais...** Manaus: Embrapa
31 Amazônia Ocidental, 2013. Disponível em: <www.cpa.embrapa.br>
- 32 SUDIRMAN, A.; RAHARDJO, S.; RUKMONO, D. Economical Analysis Of Polyculture Of
33 Catfish And Tilapia Fish In Biofloc System. **The International Journal of Engineering and**
34 **Science**, v. 9, n. 02, p. 1–7, 2020.
- 35 SURYAKUMAR, B.; AVNIMELECH, Y. Adapting Biofloc Technology for Use in Small
36 Scale Ponds with Vertical Substrate. **World Aquaculture**, p. 54–58, 2017.
- 37 VALENTI, W. **Situação Atual, Perspectivas e Novas Tecnologias Para Produção de**
38 **Camarões de Água Doce**. Simpósio brasileiro de Aquicultura. **Anais...**2002a. Disponível em:
39 <https://www.researchgate.net/publication/268403430>

1 VALENTI, W. C. **Criação De Camarões De Água Doce**. Anais 12º Congresso de Zootecnia.
2 **Anais...**Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos: 2002b.

3 VERA-CALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. M. Estudo Da Economia De Escala Na
4 Piscicultura Em Tanque-Rede, No Estado De São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n.
5 1, p. 7–17, 2004.

6

7

Análise Econômica Do Policultivo De Tilápia-Do-Nilo (*Oreochromis Niloticus*) E Camarão (*Macrobrachium Rosenbergii*) Em Aquaponia Integrado Com Tecnologia De Bioflocos.

Economic Analysis Of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) And Shrimp (*Macrobrachium Rosenbergii*) Polyculture In Integrated Aquaponics With Biofloc Technology.

Edilaine Fogaça

Mestranda em Ciência Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Bolsista CAPES – FAMEZ/UFMS

Av. Senador Filinto Müller, 2443, CEP: 79074-460, Universitário, Campo Grande, MS, Brasil

E-mail: fogaca.dila@gmail.com

Ricardo Carneiro Brumatti

Doutor em Zootecnia pela Universidade de São Paulo

Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso Sul

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Av. Senador Filinto Muller, 2443, CEP: 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil

E-mail: ricardo.brumatti@ufms.br

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi analisar economicamente o sistema de aquaponia com policultivo de tilápia-do-Nilo e camarão de água doce com e sem o uso de BFT. O experimento foi desenvolvido com dois tratamentos, cada tratamento composto por 6 módulos, cada módulo foi por dois recipientes, um de 500L para alocar as plantas e o cascalho e outro de 1000L para estocar os peixes e camarões, o período experimental foi de 60 dias. Os resultados técnicos médios obtidos no experimento foram utilizados para obtenção dos resultados econômicos. Para isso, foram gerados os seguintes valores econômicos: receitas, custo operacional total (COT), custo operacional efetivo (COE), resultado operacional, lucro bruto e margem bruta, compondo o demonstrativo de resultados econômicos (DRE). O total de receitas para o tratamento RAS foi de R\$ 520,82 e para o tratamento BFT de R\$ 531,30. O item que apresentou maior relevância na composição dos custos foi a aquisição de animais e mudas, que atingiu a participação de 40% do COE, seguido pela mão-de-obra (24%), e nutrição dos animais, com 11% de participação no tratamento RAS e 10% no tratamento BFT o lucro bruto foi negativo em ambos os tratamentos, apresentado valores de R\$-87,96 no tratamento RAS e

R\$-82,35 o BFT. A análise econômica do experimento apresentou resultados econômicos negativos para ambos os tratamentos, no entanto, ao aplicar a análise de sensibilidade o tratamento no com BFT, este apresentou resultados econômicos mais vantajosos que a situação inicial do projeto, com potencialidade técnica e econômica evidenciada em diferentes variações de cenários, podendo ser viável economicamente, principalmente em locais onde há pouca disponibilidade de água para reposição no sistema.

Palavras chaves: viabilidade econômica; custos, lucro bruto, *Oreochromis niloticus*, *Macrobrachium rosenbergii*, BFT.

Abstract: The objective of the present work was to analyze economically the aquaponics system with polyculture of Nile tilapia and freshwater shrimp with and without the use of BFT. The experiment was carried out with two treatments, each treatment composed of 6 modules, each module consisted of two containers, one of 500L to allocate the plants and gravel and another of 1000L to store fish and shrimp, the trial period was 60 days. The average technical results obtained in the experiment were used to obtain the economic results. For this, the following economic values were generated: revenues, total operating cost (COT), effective operating cost (COE), operating result, gross profit and gross margin, making up the economic results statement (DRE). The total revenue for the RAS treatment was R\$520.82 and for the BFT treatment R\$531.30. The item that showed the greatest relevance in the composition of costs was the acquisition of animals and seedlings, which accounted for 40% of the COE, followed by labor (24%), and animal nutrition, with an 11% share. in the RAS treatment and 10% in the BFT treatment the gross profit was negative in both treatments, with values of R\$-87.96 in the RAS treatment and R\$-82,35 o BFT. The economic analysis of the experiment showed negative economic results for both treatments, however, when applying the sensitivity analysis to the treatment with BFT, it presented more advantageous economic results than the initial situation of the project, with technical and economic potential evidenced in different scenario variations, which may be economically viable, especially in places where there is little availability of water for replacement in the system.

Keywords: economic viability; costs; gross profit, *Oreochromis niloticus*, *Macrobrachium rosenbergii* BFT.

1. Introdução

Devido à crescente demanda por peixes e produtos da pesca, a aquicultura apresenta um grande desafio para as próximas décadas, que é atender todas as exigências de segurança alimentar e ambientais, gerindo o conflito da aquicultura sobre a biodiversidade natural controlando seus impactos negativos (FAO, 2020). Além da piscicultura ser uma prática agropecuária com menor tempo inserção de mercado quando comparada com outras atividades (bovinocultura, suinocultura e avicultura), a utilização da produção de peixes em sistema de policultivo é ainda menos praticada. Todos esses fatores somados as crises econômicas, oscilações de mercado e competitividade do setor, torna-se mais evidente a necessidade de gerenciamento eficiente do sistema (BARROS et al., 2020).

O grande desafio para o aperfeiçoamento dos sistemas intensivos de produção em aquicultura está baseado na diminuição do recurso hídrico para renovação e manutenção de sua qualidade e redução da emissão de efluentes (CYRINO et al., 2010; BARBOSA et al., 2015). Dessa forma, a aquaponia atende os requisitos supracitados, além de melhorar o aproveitamento dos nutrientes adicionados ao sistema, propicia a utilização de dois sistemas de cultivo, sendo eles a aquicultura (peixes e camarões) junto à produção de plantas (TRANG; KONNERUP; BRIX, 2017; HUNDLEY et al., 2018).

O sistema aquapônico tem como particularidade, a ausência da necessidade de troca de água, podendo ficar por muitos meses sem realizar esse procedimento (DIVER, 2006). Embora seja indispensável a reposição da água evaporada, outro fator importante a ser salientado é que neste sistema os nutrientes são mantidos em concentrações exigidas para produção de plantas (RAKOCY; SCULTZ; BAILEY, 2000). Deste modo, o sistema aquapônico adere aos conceitos de sustentabilidade que se faz necessário aos sistemas de produção (TRANG; KONNERUP; BRIX, 2017).

Outro sistema que atende o anseio de preservação dos recursos naturais é o sistema bioflocos (Biofloc Technology – BFT), sendo este um dos sistemas mais apropriados e promissores para o desenvolvimento sustentável da aquicultura (AVNIMELECH, 2003). Este possibilita melhor produtividade e diminuição de custos com a alimentação, uma vez que o BFT pode alcançar níveis de proteína bruta (PB) de até 50% (AZIM; LITTLE, 2008; ROCHA et al., 2012).

O BFT funciona com a reciclagem de nutrientes, por meio do ajuste da relação carbono/nitrogênio (C/N) na água, que resulta no crescimento de colônias de bactérias heterotróficas, que por sua vez convertem os compostos nitrogenados em biomassa microbiana, mantendo a qualidade da água e alguns casos servindo como alimento para os organismos

1 aquáticos cultivados (BROWDY et al., 2012; VARGAS-ALBORES et al., 2019). O sistema
2 BFT permite manutenção das características físico-químicas da água, reduz o seu uso, e
3 consequentemente, minimiza riscos com impactos ambientais (AVNIMELECH, 2007, CRAB
4 et al., 2012).

5 A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta características produtivas que
6 justificam sua presença na piscicultura mundial e brasileira, como adaptação a diversas regiões
7 climáticas e a diferentes sistemas de cultivo, resistência a doenças, tolerância ao cultivo em
8 altas densidades e em ambientes hostis, alta prolificidade e ciclos produtivos mais curtos,
9 atingindo peso de abate rapidamente quando comparados à espécies nativas (FIGUEIREDO
10 JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008). O camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*),
11 também conhecido como Gigante da Malásia, demonstra boa adaptação ao clima brasileiro,
12 favorecendo o seu desenvolvimento na cadeia produtiva, além de apresentar rápido crescimento
13 e elevada resistência a doenças (MALLASEN; COTRINI; VALENTI, 1998). Dessa forma,
14 objetivou-se com esse estudo determinar o custo de produção e viabilidade econômica do
15 sistema aquapônico com policultivo de tilápia-do-Nilo e camarão de água doce com e sem o
16 uso de BFT.

19 2. MATERIAL E MÉTODOS

20 2.1. Experimento

21 Os dados técnicos no presente trabalho foram obtidos de Barbosa (2021) os quais são
22 apresentados abaixo e foram utilizados para avaliar economicamente o sistema aquapônico em
23 cascalho com e sem o uso de BFT. No experimento realizado pelo autor citado anteriormente
24 cada tratamento foi composto por 6 módulos, cada módulo foi composto por dois recipientes,
25 um de 500 L para alocar as plantas e o cascalho, e outro de 1000 L para estocar os peixes e
26 camarões.

27 Este experimento foi conduzido no setor de Piscicultura da Universidade Federal do
28 Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil. O período experimental foi de 60 dias, no
29 qual foram utilizados 276 tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio inicial de
30 438 g e 60 camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) com peso médio inicial de
31 10g, distribuídos em 12 recipientes com volume útil de 1000 L, sendo 23 peixes e 5
32 camarões/recipientes. Os módulos foram dotados de recirculação de água independente e
33 instalados, em todos os recipientes de peixes e camarões, telas plásticas na horizontal para
34 proteção dos camarões.

O recipiente de 500 L com argila expandida acondicionou as hortaliças, em um sistema sifão que recebeu 20 mudas de agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum*) e 20 mudas alface crespa (*Lactuca sativa*), por unidade.

Os animais foram alimentados com ração comercial com 32% proteína bruta, duas vezes ao dia, às 8 h e 17h, na quantidade de 3% da biomassa na primeira fase, e 2% na segunda fase de criação. Durante todo o período experimental foi adicionado melaço líquido como fonte de carbono, para manutenção do tratamento com BFT. Diariamente, foi mensurado a temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e pH com sonda. Duas vezes por semana foi determinado o nitrogênio amoniacal, amônia (NH₃), nitrito, nitrato, dureza e alcalinidade.

Foi realizado biometria em todos os animais ao fim do período experimental. As tilápias e os camarões foram mantidos em jejum por 24h antes da biometria e foram anestesiados (eugenol 50 mg L⁻¹) e pesados individualmente. As variáveis de desempenho avaliadas nas tilápias foram: ganho de peso, ganho de peso diário, biomassa, conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de sobrevivência (%). Enquanto, nos camarões, os indicadores de desempenho mensurados foram: ganho de peso e taxa de sobrevivência (%). Com relação as hortaliças, estas foram pesadas individualmente, sendo avaliado o número de plantas e produtividade total (kg m²⁻¹).

Os resultados técnicos médios obtidos no experimento estão apresentados na tabela 1, sendo esses valores utilizados para obtenção dos resultados econômicos, objetivo principal deste artigo.

Tabela 1. Indicadores zootécnicos do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão de água doce em sistema de RAS e BFT obtidos ao final do período experimental.

	Unidade	RAS	BFT
Tilápia			
PTD	Kg	70,48	73,63
PMF	Kg	0,54	0,56
Consumo de ração	Kg	19,16	16,95
BEI	kg m ³ ⁻¹	10,08	10,08
SOB %	%	94,2	95,7
Camarão			
PTD	Kg	0,46	0,28
PMF	Kg	18,43	18,92
SOB %	%	83	50
Hortaliças			
PTALF	Kg	15,64	13,4

PTAGR	Kg	22,32	28,12
-------	----	-------	-------

Fonte: Barbosa (2021).

PTD: peso total despescado; PMF: peso médio final; BEI: biomassa de estocagem inicial; SOB: sobrevivência; PTALF: produção total alface; PTAGR: produção total agrião; RAS: sistema de recirculação de água; BFT: tecnologia bioflocos.

2.2. Análise econômica

Os valores de venda dos peixes, camarões e hortaliças foram obtidos a partir de preços médios praticados no ano de 2019 na praça de Campo Grande, MS. O valor de compra das tilápias foi estimado considerando a aquisição dos alevinos e os custos de produção até atingirem peso médio de 400 gramas, levando em conta mortalidade de 10% nesta fase. A partir dessas informações foram obtidos os preços por unidade (reais por peixe).

Os valores de insumos, e demais despesas foram obtidos através de pesquisa de mercado da época. Foram realizados os seguintes levantamentos dentre as classificações do sistema de custo: aquisição dos animais e mudas de hortaliças, mão-de-obra, controle da qualidade de água, manutenção do BFT, nutrição, sanidade, manutenções do sistema e energia.

Através destes dados, foram gerados os seguintes valores econômicos: receitas, custo operacional total (COT), custo operacional efetivo (COE) (MATSUNAGA et al., 1976), resultado operacional, lucro bruto e participação de cada item nas receitas e nos custos, compondo o demonstrativo de resultados econômicos (DRE). Estes obtidos através dos seguintes cálculos matemático-financeiros:

- Receita (R\$) = Produção total (kg) x Preço de comercialização (R\$/kg).

- Custo Operacional Efetivo (COE): constitui o somatório dos custos (ração, juvenis, melaço, sal, microchip, mudas, argila expandida) sendo, portanto, o dispêndio efetivo (desembolso) para a produção das hortaliças, tilápia-do-nilo e do camarão de água doce.

Custo estimado de aquisição dos peixes= aquisição de alevinos + nutrição + mão-de-obra + controle da qualidade da água + sanidade + combustível e energia.

-COE= Σ (aquisição dos animais + aquisição das mudas de hortaliças + nutrição + mão de obra+ manutenção do BFT + sanidade + manutenções + energia elétrica + controle da qualidade da água).

- Custo Operacional Total (COT): resulta no somatório do COE e dos custos indiretos monetários ou não monetários, tais como: Depreciação das unidades e equipamentos.

- Resultado operacional (RO): Receita - COE

- Lucro Bruto (R\$) = Receita - COT

Foram realizadas simulações com diferentes cenários por meio do método de análise de sensibilidade, com intenção de demonstrar a influência das variações nos parâmetros zootécnicos e indicadores econômicos sobre a viabilidade do experimento, que podem impactar positiva ou negativamente dependendo do cenário projetado.

A análise de sensibilidade econômica (GITMAN; ZUTTER, 2014) foi realizada formando os seguintes cenários econômicos: mais provável (M); otimista (O); e pessimista (P). O item preço de venda foi calculado usando o preço médio praticado no ano de 2019 para o cenário pessimista, já o cenário mais provável foi feito utilizando a o preço médio mais o desvio padrão, e o cenário otimista foi o utilizado o preço máximo praticado no ano de referência. Para o item biomassa de estocagem o cenário otimista foi balizado por Manduca et. al (2021), que avaliou o efeito de diferentes densidades no desempenho de tilápias-do-Nilo em fase de crescimento criadas em sistema BFT de troca zero de água e seu modelo quadrático demonstrou que 13 kg m^{-3} é a máxima biomassa de estocagem para esse sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta o demonstrativo de resultados econômicos (DRE), trazendo as informações de receitas, discriminação dos custos por classificação, o COE, lucro bruto, a participação de cada item, COT e depreciação. Dessa forma, o total de receitas para o tratamento RAS foi de R\$ 520,82 e o tratamento BFT de R\$ 531,30, com diferença de R\$ 10,48 na receita entre os tratamentos analisados. Nota-se que o produto com maior participação na receita total foi a tilápia-do-Nilo, representando mais de 70% em ambos os tratamentos avaliados, diferente do observado por Tokunaga et. al. (2015), que analisaram a viabilidade econômica do sistema de aquaponia em três propriedades distintas e concluíram que 79% da receita obtida veio da participação da produção vegetal. Essa diferença está relacionada a facilidade de modificação da configuração do sistema de acordo com a localização e disponibilidade de insumos e equipamentos.

Tabela 2. Demonstrativo de resultados econômicos (DRE) do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão da água doce em sistema de RAS e BFT.

Itens	RAS		BFT	
	VT (R\$)	Participação (%)	VT (R\$)	Participação (%)
Receitas				

Tilápia	374,26	72	391,00	74
Camarão	29,94	6	18,44	3
Alface	61,95	12	52,98	10
Agrião	54,67	10	68,88	13
Total receitas	520,82	100	531,30	100
Custos				
Aquisição	216,35	40	216,35	40
Nutrição	60,79	11	55,86	10
Sanidade	12,82	2	12,82	2
Controle qualidade da água	52,26	10	52,26	10
Manutenção do BFT			9,80	2
Mão-de-obra	130,00	24	130,00	24
Energia	56,00	10	56,00	10
Manutenção	10,54	2	10,54	2
COE	538,77		543,64	
RO	-17,95	-3,4	-12,33	-2,3
Depreciação	70,01		70,01	
COT	608,78		613,65	
Lucro bruto	-87,96	-17	-82,35	-15

VT: Valor total; RO: resultado operacional; COE: custo operacional efetivo; COT: custo operacional total. Valores unitários médios (R\$ kg⁻¹) das receitas para: tilápia 5,31; camarão 65,00; alface 3,96; e agrião 2,45.

É possível verificar também diferença na receita das hortaliças, havendo inversão na participação desta entre os tratamentos. No tratamento RAS, a alface obteve maior participação nas receitas atingindo uma participação de 12%, enquanto no tratamento BFT o agrião superou a alface alcançando a uma participação de 13%. Isso ocorreu porque o agrião teve uma produtividade maior que o alface no tratamento BFT e apesar do preço de venda da alface ser mais alto o agrião ainda teve a receita maior.

O tratamento BFT, de forma geral, foi o que apresentou o maior COE (R\$543,64) (tabela 2). Apesar de haver economia no consumo de ração devido a melhor conversão alimentar obtida pelos animais no tratamento BFT (tabela 1), houve a manutenção do BFT, como aquisição de melaço, que por sua vez elevou o custo operacional.

O item que apresentou maior relevância na composição dos custos foi a aquisição de animais e mudas, que atingiu a participação de 40% do COE, seguido pela mão-de-obra (24%), e nutrição dos animais, com 11% de participação no tratamento RAS e 10% no tratamento BFT (Tabela 2), por se tratar de um sistema super intensivo a demanda com mão-de-obra é maior o que corrobora o resultado obtido. BFT diminui os custos com alimentação artificial uma vez que a formação da massa microbiana é utilizada como fonte de alimento pelos animais

1 produzidos, ocorrendo melhoria da taxa de conversão alimentar em razão do valor nutricional
2 dos flocos microbianos (AVNIMELECH, 2006; SGNAULIN et al., 2018; MONROY-DOSTA
3 et al., 2013). Dessa forma, os custos com alimentação podem ser menores nesse sistema,
4 enquanto a mão-de-obra passa a ter mais impacto.

5 Ao mesmo tempo, o desembolso com aquisição dos animais foi o item mais expressivo
6 na composição dos custos totais devido ao alto valor pago aos juvenis de camarões (R\$2,40).
7 Onde o custo com aquisição do camarão representa mais de 13% do COE em ambos os
8 tratamentos e a receita obtida com este item foi de R\$ 29,94 no tratamento RAS e de R\$ 18,44
9 no tratamento BFT, apresentando um prejuízo de R\$ 42,06 e de R\$ 53,36, respectivamente.
10 Essa diferença entre a receita é explicada pela alta mortalidade no sistema BFT, no qual a água
11 utilizada no experimento era proveniente da distribuidora de água da cidade contendo cloro, e
12 neste caso, para uso no sistema foi necessário realizar o processo de descloração, não sendo
13 eficiente na primeira semana e, portanto, o sistema BFT não estabilizou corretamente, havendo
14 muita oscilação de nitrito e nitrato, que consequentemente provocou a alta mortalidade dos
15 crustáceos.

16 Além disso, o valor de aquisição dos juvenis de camarão foi elevado também (R\$2,40 a
17 unidade), que por sua vez, contribuiu em seu maior custo de produção. Rego et. al. (2017) em
18 estudo de caso analisaram a viabilidade financeira da inserção do BFT na criação de camarão-
19 de-patas-brancas (*Litopenaeus vannamei*) e obtiveram resultado de lucro operacional no
20 tratamento com BFT de US\$51.871,54, aproximadamente 141% maior que o tratamento
21 controle (21.523,83), com custo por kg produzido de US\$4,28 (BFT) e de US\$2,64 (controle),
22 o tratamento convencional teve menor custo, porém o BFT proporcionou receita 377% maior.

23 Os resultados de custos obtidos no experimento diferem do observado por Kodama et
24 al (2019), em sistema aquapônico de pequena escala de produção, no qual o item de maior
25 importância no custo operacional foi a mão-de-obra, correspondendo 46% de participação; por
26 Tokunaga et al (2015), em sistema de aquaponia, em que os autores alcançaram valor de mão-
27 de-obra de 48% na formação dos custos, seguido pela participação da energia elétrica (23%) e
28 nutrição (11%). Ao passo que, Santos-Filho et al. (2016) analisaram a criação de tilápias em
29 sistema de RAS e obtiveram a ração como item de maior no custo (36,49%). Seguindo da
30 mesma tendência, Villes et al. (2020) avaliaram a produção de tilápias em BFT e também
31 tiveram a ração como maior custo (58,77%), seguido da energia elétrica (17,81%) e mão-de-
32 obra em terceiro lugar com 15,67%. É relevante destacar que, em sistemas convencionais de
33 tanques escavado, os custos com ração podem chegar até em 70% da formação dos custos totais.

Entretanto, vale ressaltar que em sistema com uso de BFT há maior necessidade de mão de obra e uso de energia elétrica, o que dilui os custos com alimentação (VILLES et al., 2020).

Com relação à lucratividade, o lucro bruto foi negativo em ambos os tratamentos analisados, apresentado os valores de R\$-87,96 no tratamento RAS e R\$-82,35 o BFT, com participação entre os tratamentos com diferença de dois pontos percentuais (RAS -17% e BFT -15%) (Tabela 2). Mesmo com o tratamento BFT tendo o maior custo operacional, obteve lucro bruto com melhor resultado, uma vez que o tratamento BFT alcançou maior produtividade. Santos-Filho et al. (2016) analisaram a produção de tilápias em sistema de recirculação, com produção anual estimada de 660 kg, e apresentaram resultados significativos, com participação de 84,64%. Ao mesmo tempo, Sudirman; Rahardjo; Rukmono, (2020) avaliaram o policultivo de bagre e tilápia-do-Nilo em diferentes proporções de estocagem e concluíram que a proporção de 80% de bagre e 20% de tilápia teve a melhor produtividade, porém a proporção 60% bagre e 40% tilápia apresentou maior lucratividade, com menor custo.

Nas tabelas 3, 4 e 5 estão demonstradas as análises de sensibilidade, em que foram realizadas simulações que demonstram a influência dos principais indicadores zootécnicos e econômicos na eficiência do projeto. Na tabela 3 está demonstrado a análise de sensibilidade com o cenário em que é considerado a influência do indicador econômico do preço de aquisição dos juvenis do crustáceo, objetivando trazer melhores resultados com esse indicador.

Tabela 3. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão da água doce em sistema de BFT: preço de aquisição camarão.

BFT		Indicadores	
Cenário	Preço de aquisição camarão (R\$ animal ⁻¹)		RO
	RE	2,40	-12,33
	P	2,20	-6,64
	MP	1,80	5,76
	O	1,60	11,76

RO: resultado operacional; RE: resultado obtido no experimento, P: pessimista, MP: mais provável, O: otimista.

Foi utilizado como norteador o estudo realizado por Karim et al. (2015), em que foi analisado a produção de juvenis de camarão-do-Pantanal (*Macrobrachium pantanalense*) em sistema de RAS, os autores alcançaram custo total médio por unidade de camarão de R\$1,81, valor esse usado no cenário mais provável. A tabela 3 mostra o resultado obtido no experimento (RE) em que o resultado operacional (RO) obtido foi negativo e a partir disso foi simulado queda monetária no valor de R\$0,20 para cada cenário. Nota-se que no cenário pessimista (P)

expressou resultado negativo com -R\$ 6,64. No cenário mais provável (MP), o RO passa a positivo com valor de R\$5,76, enquanto no cenário otimista (O), o RO chega a R\$11,76.

Na tabela 4 estão os resultados da análise de sensibilidade em que o indicador econômico analisado foi o preço de venda da tilápia-do-Nilo. Nesta simulação o RE foi considerado como o cenário pessimista, no qual foi usado o preço médio praticado no ano de referência (R\$5,31), enquanto o cenário mais provável foi simulado utilizando o preço médio + desvio padrão (0,51). Nessa situação, o resultado operacional passa a ser positivo, alcançando participação de 4,5%. Ao mesmo tempo, o cenário otimista foi calculado usando o maior valor praticado no ano de 2019, com RO positivo de R\$ 50,38, viabilizando economicamente a produção. Esse indicador foi simulado pois o preço de venda é um dos principais elementos que pode ou não tornar viável economicamente uma atividade (VILLES, et al., 2020). O preço de venda do produto pode variar de acordo com o meio de comercialização, de acordo com a região trabalhada, qualidade do produto e peso de comercialização, todos esses fatores tem influência direta sobre a receita e consequentemente na lucratividade do sistema.

Tabela 4. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão da água doce em sistema de BFT: preço de venda da tilápia.

BFT		Indicadores	
Cenário		Preço de venda da tilápia	
		(R\$ kg ⁻¹)	RO
	P (RE)	R\$5,31	-R\$12,33
	MP	R\$5,82	R\$25,33
	O	R\$6,16	R\$50,38

RO: resultado operacional; RE: resultado obtido no experimento, P: pessimista, MP: mais provável, O: otimista.

A tabela 5 traz os resultados da análise de sensibilidade realizada simulando indicadores zootécnicos da tilápia-do-Nilo, como peso médio final (PMF) e biomassa de estocagem (BE). O indicador PMF foi simulado usando o RE como o cenário pessimista e a partir dele, aumentado 100g em cada cenário. O cenário mais provável passa a ser positivo com resultado operacional de R\$19,86 e o cenário otimista, com RO de R\$51,91.

Tabela 5. Análise de sensibilidade do policultivo em sistema aquapônico da Tilápia-do-Nilo e Camarão da água doce em sistema de BFT: peso médio final e biomassa de estocagem.

BTF		Indicadores	
Cenários		RO	
PMF Tilápia	P (RE)	0,558	-R\$12,33
	MP	0,658	R\$19,86

	O	0,758	R\$51,91
	RE	10,08	-R\$12,33
BE (kg m ³⁻¹)	P	11,00	R\$18,47
	MP	12,00	R\$64,55
	O	13,00	R\$95,27

RO: resultado operacional; PMF: peso médio final, BE: biomassa de estocagem, RE: resultado obtido no experimento, P: pessimista, MP: mais provável, O: otimista.

Para o item BE, o cenário otimista foi balizado por Manduca et. al. (2020), que a partir de seu modelo quadrático demonstrou que 13 kg m³⁻¹ é a máxima biomassa de estocagem para criação de tilápia-do-Nilo em sistema BFT. Desse modo, os demais cenário foram feitos contabilizando decréscimo de 1kg na BE em cada cenário simulado. De acordo com as simulações, à medida que a BE aumenta, o resultado operacional, por sua vez aumenta. O cenário pessimista foi simulado com BE de 11 kg m³⁻¹, tornando o RO positivo, o mais provável simulado considerando 12 kg m³⁻¹, que obteve RO de R\$ 64,55. O cenário otimista atingiu RO de R\$ 95,27.

Os indicadores zootécnicos possuem grande influência sobre os resultados econômicos, daí a importância de obter bons índices de desempenho para equilíbrio do sistema, indicadores econômicos como preço de venda do produto e aquisição dos insumos aliados aos indicadores de desempenho que tornam um sistema economicamente viável ou não, dessa forma é de extrema importância trabalhar as duas vertentes para obter sucesso na atividade.

Esse tipo de análise é importante para melhor gerenciamento da produção, de forma que o empresário e/ou produtor não sofra prejuízos. Sendo assim, é imprescindível a descrição de cenários pessimista, mais prováveis e otimistas para a gestão da produção, em que o produtor possa realizar o controle dos seus indicadores zootécnicos bem como formar o preço de venda de equilíbrio de seus produtos de acordo com o custo de produção obtido.

4. CONCLUSÃO

Diante disso observa-se que a análise econômica do experimento apresentou resultados econômicos negativos para ambos os tratamentos RAS e BFT. No entanto, ao aplicar a análise de sensibilidade o tratamento no BFT, este apresentou resultados econômicos mais vantajosos que a situação inicial do projeto, com potencialidade técnica e econômica evidenciada em diferentes variações de cenários, podendo ser viável economicamente, principalmente em locais onde há pouca disponibilidade de água para reposição no sistema.

5. REFERÊNCIAS

- AVNIMELECH, Y. World Aquaculture Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. **Reprinted from World Aquaculture**, v. 34, n. 4, p. 19–21, 2003.
- AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**, v. 34, n. 3, p. 172–178, maio 2006.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1–4, p. 140–147, 6 abr. 2007.
- AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 283, n. 1–4, p. 29–35, 1 out. 2008.
- BARBOSA, PHILLIPE T. L. et al. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PINTADO AMAZÔNICO: CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA E DO SEDIMENTO. **Enciclopédia Biosfereia**, v. 11, n. 21, p. 1736–1748, 2015.
- BARBOSA, P. T. L. **Produção De Tilápia-Do-Nilo Em Sistema Aquapônico: Diferentes Volumes E Integração Com Tecnologia De Bioflocos (Bft) Em Policultivo Com Camarão**. Campo Grande: [s.n.].
- BARROS, A. F. et al. Investimento e custo de produção de peixes nativos em sistema de policultivo e monocultivo-estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 16342–16359, 2020.
- BROWDY, C. L. et al. Biofloc-Based Aquaculture Systems. In: TIDWELL, J. (Ed.). **Aquaculture Production Systems**. 1. ed. [s.l: s.n.], p. 278–307.
- CRAB, R. et al. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356–357, p. 351–356, 1 ago. 2012.
- 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, p. 68–87, 2010.
- DIVER, S. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture. 2006.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 8 jun. 2020.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. **Anais...**2008.
- GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. **Principles of Managerial Finance**. Pearson ed. [s.l: s.n.].
- GOMES, M. B.; MORAIS, L. C.; MESQUITA, D. Z. **Viabilidade econômica de produção de alface no município de Naviraí-MS**. III Encontro Internacioanl de Gestão, Desenvolvimento e Inovação. **Anais...**2019.

- 1 HUNDLEY, G. C. et al. Integration of nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) production
2 *origanum majorana* l. and *ocimum basilicum* L. using aquaponics technology. **Acta**
3 **Scientiarum - Technology**, v. 40, 2018.
- 4 KARIM, H. M. et al. VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CAMARÃO-DO-
5 PANTANAL (*Macrobrachium pantanalense*). **Boletim Instituto da Pesca**, v. 41, n. 1, p. 103–
6 112, 2015.
- 7 KODAMA, G. et al. ANALYSIS OF THE FINANCIAL VIABILITY OF THE AQUAPONICS
8 (FISH FARMING AND HYDROPONICS) SYSTEM USING THE MONTE CARLO
9 METHOD. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 20–26, 2019.
- 10 MALLASEN, M.; COTRONI VALENTI', W. **Comparison of Artificial and Natural, New**
11 **and Reused, Brackish Water for the Larviculture of the Freshwater Prawn**
12 ***Macrobrachium rosenbergii* in a Recirculating System**JOURNAL OF THE WORLD
13 **AQUACULTURE SOCIETY**. [s.l: s.n.].
- 14 MANDUCA, L. G. et al. Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and
15 profitability of a biofloc system with a minimum water exchange. **Aquaculture**, v. 530, 15 jan.
16 2021.
- 17 MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de Custo de Produção Utilizada Pelo IEA. **Boletim**
18 **Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, p. 123–139, 1976.
- 19 MONROY-DOSTA, M. DEL C. et al. Microbiology community composition and abundance
20 associated to biofloc in tilapia aquaculture. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.
21 48, n. 3, p. 511–520, 2013.
- 22 RAKOCY, J. E.; SCULTZ, R. C.; BAILEY, D. S. RAKOCY 2000. **Agricultural Experiment**
23 **Station**, p. 353–364, 2000.
- 24 REGO, M. A. S. et al. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp
25 *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. **Aquaculture**
26 **International**, v. 25, n. 1, p. 473–483, 1 fev. 2017.
- 27 ROCHA, A. F. DA et al. Avaliação Da Formação De Bioflocos Na Criação De Juvenis De
28 Tainha Mugil Cf. Hospes Sem Renovação De Água. **Atlântica**, v. 34, n. 1, p. 63–74, 1 abr.
29 2012.
- 30 SANTOS-FILHO, L. G. DOS et al. Utilização De Indicadores De Viabilidade Econômica Na
31 Produção De Tilápia (*Oreochromis Niloticus*) Em Sistema De Recirculação: Estudo De Caso
32 De Uma Piscicultura De Pequena Escala Em Parnaíba-PI. **Organizações Rurais e**
33 **Agroindustriais**, v. 18, n. 4, p. 304–314, 19 abr. 2017.
- 34 SGNAULIN, T. et al. Biofloc technology (BFT): An alternative aquaculture system for
35 piracanjuba *Brycon orbignyanus*? **Aquaculture**, v. 485, p. 119–123, 2 fev. 2018.
- 36 SUDIRMAN, A.; RAHARDJO, S.; RUKMONO, D. Economical Analysis Of Polyculture Of
37 Catfish And Tilapia Fish In Biofloc System. **The International Journal of Engineering and**
38 **Science**, v. 9, n. 02, p. 1–7, 2020.

- 1 TOKUNAGA, K. et al. Economics of small-scale commercial aquaponics in hawai'i. **Journal**
2 **of the World Aquaculture Society**, v. 46, n. 1, p. 20–32, 1 fev. 2015.
- 3 TRANG, N. T. D.; KONNERUP, D.; BRIX, H. Effects of recirculation rates on water quality
4 and *Oreochromis niloticus* growth in aquaponic systems. **Aquacultural Engineering**, v. 78, p.
5 95–104, 1 ago. 2017.
- 6 VARGAS-ALBORES, F. et al. Inferring the functional properties of bacterial communities in
7 shrimp-culture bioflocs produced with amaranth and wheat seeds as fouler promoters.
8 **Aquaculture**, v. 500, p. 107–117, 1 fev. 2019.
- 9 VILLES, V. S. et al. Viabilidade Econômica em sistema de Bioflocos na Produção de tilápias
10 (*oreochromis niloticus*). In: SPERS, E. E. (Ed.). **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências**
11 **que Alimentam o Mundo IV**. Artemis ed. [s.l.] Editora Artemis, 2020. v. IV.
- 12