

Article

# Tilapicultura em Sistema de Bioflocos: um Investimento Rentável no Estado do Pará?

Leonilton Rodrigues Barbosa da Silva<sup>1</sup> \* , Marcos Ferreira Brabo<sup>2</sup> , Marcos Antônio Souza dos Santos<sup>3</sup> , Mayara da Costa Pereira<sup>4</sup> , Breno Gustavo Bezerra Costa<sup>5</sup> , Kátia Cristina de Araújo Silva<sup>6</sup> 

<sup>1</sup> Mestre (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA); ORCID: 0000-0003-1898-2498; E-mail: leobarbosa\_s@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorado (Universidade Federal do Pará - UFPA); ORCID: 0000-0001-8179-9886; E-mail: marcos.brabo@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutorado (Universidade Federal do Pará - UFPA); ORCID: 0000-0003-1028-1515, E-mail: marcos.marituba@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA); ORCID: 0000-0002-6523-4727, E-mail: mayaradcperreira@gmail.com

<sup>5</sup> Doutorado (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA); ORCID: 0000-0003-2824-6224, E-mail: brenogbcosta@gmail.com

<sup>6</sup> Doutorado (Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA); ORCID: 0000-0002-2862-147X, E-mail: kcasilva@hotmail.com

\*Correspondence: E-mail: leobarbosa\_s@hotmail.com

## ABSTRACT

The production of tilapia in the Pará state is now allowed exclusively in closed systems by Resolution N° 143 of December 20 2018 of the National Environment Council (CONAMA). Therefore, the objective of this study was to analyze the economic viability of tilapia production *Oreochromis niloticus* in a biofloc system in the Pará state. The implementation cost was estimated for a hypothetical project located in Paragominas city with a capacity to produce 30 tons.year<sup>-1</sup>. The production cost was estimated by the operating cost methodology considering a production cycle of 120-day, slaughter weight of 0.4 kg, feed conversion of 1.4: 1 and productivity of 15 kg.m<sup>-3</sup>.cycle<sup>-1</sup>. Subsequently, economic efficiency indicators were generated for the commercialization prices of R\$ 7.00.kg<sup>-1</sup>, R\$ 8.50.kg<sup>-1</sup> and R\$ 10.00.kg<sup>-1</sup>. The implantation cost was R\$ 137,789.6, the total production cost was R\$ 228,840.5 and the production cost was R\$ 7.57.kg<sup>-1</sup>. Commercialization at R\$ 7.00.kg<sup>-1</sup> is not financially viable and the best economic indicators occur at a price of R\$ 10.00.kg<sup>-1</sup>. However, commercialization at more expressive prices will require the entrepreneur to search for a more attractive market, given that there are cities in Pará with a sale price lower than the production cost found in this study, such as the Paragominas city. It was concluded that the cost of production in a tilapia production in biofloc system will require the entrepreneur to have strategies for the commercialization of production in the Pará state.

**Keywords:** production costs; *Oreochromis niloticus*; profitability.

## RESUMO

O cultivo de tilápia no estado do Pará passou a ser permitida exclusivamente em sistemas fechados pela Resolução n° 143, de 20 de dezembro de 2018, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade econômica da produção de tilápia *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos no estado do Pará. O custo de implantação foi estimado para um empreendimento hipotético localizado no município de Paragominas com capacidade de produzir 30 toneladas.ano<sup>-1</sup>. O custo



Submissão: 08/08/2020



Aceite: 29/03/2022



Publicação: 29/04/2022



de produção foi estimado pela metodologia do custo operacional considerando um ciclo produtivo de 120 dias, peso de abate de 0,4 kg, conversão alimentar de 1,4:1 e produtividade de 15 kg.m<sup>-3</sup>.ciclo<sup>-1</sup>. Posteriormente, foram gerados indicadores de eficiência econômica para os preços de comercialização de R\$ 7,00.kg<sup>-1</sup>, R\$ 8,50.kg<sup>-1</sup> e R\$ 10,00.kg<sup>-1</sup>. O custo de implantação foi de R\$ 137.789,6, o custo total da produção de R\$ 228.840,5 e o custo de produção de R\$ 7,57.kg<sup>-1</sup>. A comercialização a R\$ 7,00.kg<sup>-1</sup> é inviável financeiramente e os melhores indicadores econômicos ocorrem com o preço de R\$ 10,00.kg<sup>-1</sup>. Contudo, a comercialização a preços mais expressivos exigirá do empreendedor a busca por mercado mais atraente, haja visto que há municípios com o preço de venda inferior ao custo de produção encontrado neste estudo, como o município de Paragominas. Concluiu-se que o custo de produção da tilapicultura em sistema de bioflocos exigirá do empreendedor dispor de estratégias para a comercialização da produção no estado do Pará.

**Palavras-chave:** custo de produção; *Oreochromis niloticus*; rentabilidade.

## 1. Introdução

Em 2018, o estado do Pará foi o principal produtor de tilápia da região Norte e respondeu por 63,5% do montante regional, registrando uma produção de 262,8 toneladas e um crescimento aproximado de 13% em relação ao ano anterior (IBGE 2018). A tilápia *Oreochromis niloticus* foi introduzida no estado do Pará na década de 1970 e atualmente está difundida na maioria dos municípios, correspondendo ao segundo grupo de espécies em volume de produção, superada apenas pelo tambaqui *Colossoma macropomum* e seus híbridos, o que resulta na principal espécie não nativa para a piscicultura paraense (Brabo et al. 2016a; SIDRA 2017; 2019).

Mesmo com esse destaque a nível regional, a tilapicultura esteve proibida no território paraense até o ano de 2018, quando houve a publicação da Resolução nº 143 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA-PA) definindo os critérios para produção de espécies exóticas. Dentre as condições impostas, está a utilização de sistema fechado e a destinação adequada para os resíduos gerados na produção (Pará 2005; 2018). Desse modo, a tecnologia de bioflocos se apresenta como alternativa para a tilapicultura no território paraense, haja visto sua capacidade de produção nos moldes da sustentabilidade com mínimo impacto ao ambiente externo.

A tecnologia de bioflocos consiste em um conglomerado de microrganismos presente na coluna d'água que tem a capacidade de manter os nitrogenados tóxicos em níveis que possibilitam a sobrevivência do organismo cultivado (Avnimelech 2012). Os benefícios da tecnologia perpassam pela possibilidade de incremento na produtividade, pouca ou nenhuma renovação de água no ciclo produtivo, capacidade de fornecer um alimento natural endógeno para o organismo, bem como diminuição do risco de introdução e disseminação de patógenos (Wasielesky et al. 2006; Hargreaves 2013).

A produção de tilápia em sistema de bioflocos tem proporcionado resultados satisfatórios nos indicadores de desempenho e produtividade (Lima et al. 2015; Cavalcante et al. 2017; Silva 2017; 2018), demonstrando que a tecnologia pode ser útil para incremento de produção no cenário estadual. Contudo, além de bons índices de desempenho zootécnico, é primordial para o desenvolvimento da piscicultura o seu retorno econômico (Lima et al. 2009). Para tanto, a avaliação dos aspectos relacionados ao custo de produção e aos parâmetros de rentabilidade são fundamentais para verificar a viabilidade da atividade e auxiliar na tomada de decisão de investimentos (Silva et al. 2012; Brabo et al. 2013).

Tendo em vista a necessidade de estudos sobre os aspectos econômicos associados a tilapicultura em sistema de bioflocos, bem como a importância de avaliar a implementação do sistema frente a nova normativa do estado do Pará, o trabalho permite gerar informações que auxiliem investidores no processo decisório e na viabilidade econômico-financeira da adoção dessa tecnologia. Pelo exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica na implementação do cultivo de tilápia em sistema de bioflocos no estado do Pará.



## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

O estado do Pará apresenta uma população estimada de 8.602.865 milhões de habitantes em 2019 e um território de 1.245.759 km<sup>2</sup>, o qual é cortado pelas bacias hidrográficas Amazônica, Tocantins-Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental e dispõe de seis mesorregiões: Metropolitana de Belém, Marajó, Baixo Amazonas, Nordeste, Sudeste e Sudoeste paraense (ANA 2019; IBGE 2019).

O estado assume a 13ª posição no *ranking* da piscicultura brasileira, sendo o tambaqui a principal espécie da piscicultura paraense e responsável por 62,9% da produção total do estado. No caso da tilápia, esta responde por 2% da produção da piscicultura paraense e ocorre no estado predominantemente em viveiros escavados, seguido de açudes particulares e tanques-rede (SIDRA 2019; Brabo et al. 2020).

Dentre os municípios que se destacam atualmente na piscicultura paraense está o território de Paragominas, maior produtor de peixes redondos do estado, respondendo por 33% do volume produzido (SIDRA 2019). Além disso, o município é o único no estado que apresenta um ato normativo que dispõe sobre o cultivo de espécies exóticas, Lei municipal nº Lei nº 961 de 17 de maio de 2018, a qual foi a antecessora da Resolução COEMA nº 143, de 20 de dezembro de 2018 (Pará 2018; Paragominas 2018).

### 2.2 Dimensionamento do Sistema de Produção

O planejamento estrutural do projeto foi precedido por visitas em um empreendimento de tilapicultura em sistema de bioflocos localizado no município de Paragominas (02°59'51" S 47°21'13" W), Sudeste paraense, o qual é o único estabelecimento regularizado no estado e que exerce atividade comercial desde 2018. Neste estabelecimento foi possível coletar informações referente às estruturas físicas e os equipamentos fundamentais para o funcionamento da atividade, o que possibilitou a projeção de um empreendimento hipotético com capacidade para produção de 30 toneladas.ano<sup>-1</sup>.

A arquitetura do projeto foi estruturada em 6 tanques suspensos em geomembrana PVC com volume útil de 110m<sup>3</sup> cada e sistema de aeração por compressor radial e mangueiras difusoras de ar, todos recobertos com tela antipássaro em uma área total de 0,2 hectare (Figura 1). Além dos materiais e equipamentos necessários, foi considerado os serviços com mão de obra para construção e regularização do projeto. Para este projeto considerou-se a implementação totalmente do zero e não foi incluído estruturas adjacentes a produção, como galpão de ração ou casa de máquinas.

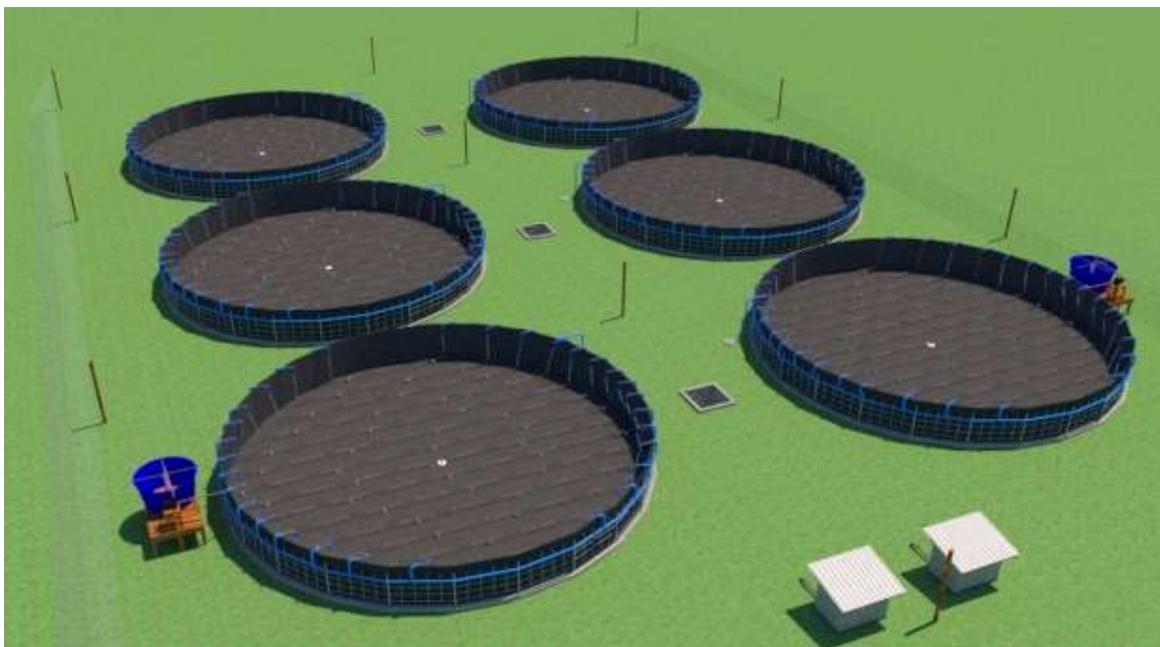


Figura 1. *Layout* de um empreendimento projetado para produção de tilápia em sistema de bioflocos no Sudeste paraense. Fonte: Elaborada pelos autores.



A quantidade de ração foi estimada conforme os indicadores de desempenho zootécnico em cultivo monofásico observados na propriedade visitada (Tabela 1). A demanda de carboidrato para o sistema foi estimada considerando que 25% da amônia são convertidos em biomassa de bactérias heterotróficas, utilizando o açúcar comercial com 42% de carbono (Samocha et al. 2017). A quantidade de calcário para manutenção da alcalinidade total ( $\text{CaCO}_3$ ) foi estimada em 6,6% da ração por ciclo produtivo (Rokocy et al. 2004) e a remuneração da mão-de-obra assalariada ficou em 1,5 salários mínimo (R\$ 1.045,00, ano base 2020), considerando o grau de instrução demandada e a possibilidade de trabalhos além das 44 horas semanais (8 horas diárias).

Tabela 1. Indicadores de desempenho zootécnico de um empreendimento de produção de tilápia em sistema de bioflocos localizado no Sudeste paraense.

Item	Unidade	Valor
Peso inicial	kg	0,003
Peso de primeira comercialização	kg	0,4
Produtividade	$\text{kg.m}^{-3}$	15
Duração do ciclo de produção	meses	4
Ciclos por ano	número	3
Taxa de sobrevivência	%	90
Conversão alimentar	-	1,4:1
Ração	%PB <sup>1</sup>	32, 36 e 45

Nota: Porcentagem de Proteína Bruta.

Fonte: Dados da pesquisa.

O levantamento para precificação de cada material e insumo foi realizado do mês de dezembro de 2019 a fevereiro de 2020 em estabelecimentos que comercializam produtos agropecuários em Paragominas, considerando aquele com menor preço praticado para composição do orçamento de implantação do investimento. No caso de indisponibilidade do material ou insumo no município, considerou-se o valor obtido pela empresa fornecedora com o respectivo preço do frete.

### 2.3 Custo Operacional

A estimativa dos custos inerentes a produção seguiu a metodologia do Instituto de Economia Agrícola (IEA) proposta por Matsunaga et al. (1976), em que considera o Custo Operacional Efetivo (COE), o Custo Operacional Total (COT) e o Custo Total de Produção (CTP).

A estimativa do COE considerou o embolso financeiro direto à produção, como:

- Os insumos com ração, calcário, carboidrato e kits de análise da qualidade de água;
- O trabalho necessário para funcionamento das atividades da produção, como mão de obra assalariada e eletricidade.

Para a estimativa do COT, foi somado à receita do COE:

• Os encargos diretos e seguridade social rural em que somados representam 42,9% sobre a remuneração da mão de obra assalariada (Barros et al. 2016);

• A taxa de 3% do COE para outras despesas ou eventualidades, como aquisição de insumos (probióticos e combustível), manutenção dos equipamentos e mão de obra auxiliar para serviços gerais;

• Os custos com a depreciação dos bens de capital fixo, considerando o método linear de desvalorização para um valor final de carcaça igual a zero (Tabela 2). Os serviços de instalação, projeto técnico e regularização foram incorporados proporcionalmente aos bens de acordo com a parcela de investimento de cada item.

Tabela 2. Depreciação dos bens de capital fixo de um empreendimento de criação de tilápia *O. niloticus* em sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para 30 toneladas.ano<sup>-1</sup>.

Discriminação	Valor total (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R\$)
Aeração	35.321,4	10	3.532,1
Abastecimento e Drenagem	10.348,3	15	689,9
Infraestrutura fixa (alvenaria e tanques suspensos)	69.002,65	20	3.450,1
Utensílios de uso diário (Qualidade de água e despesa)	6.370,1	5	1.274,0
Instalações elétricas e <i>backup</i> de energia	11.122,9	15	741,5
Estrutura de proteção antipássaro	5.624,3	10	562,4
Total	137.789,6	-	10.250,1

Fonte: Dados da pesquisa.

O CTP foi realizado adicionando ao COT:

- A remuneração do empreendedor, considerando um salário mínimo mensal (R\$ 1.045,00) para os serviços de gestão e responsabilidade técnica do empreendimento. Por ser um valor teórico, optou-se por não incidir sobre esta remuneração a taxa dos encargos sociais e trabalhistas;
- Os juros sobre o capital circulante de 5,62% a.a., o qual corresponde a taxa de juros do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) para crédito de custeio à pequenos empreendimentos rurais (BASA 2020);
- Os juros sobre o capital fixo com a taxa de 4,26% a.a. sobre o valor da depreciação anual, considerando como rendimento em uma aplicação financeira de baixo risco (ABECIP 2019);
- O custo de utilização anual da terra, considerando valor do hectare de R\$ 685,45 para o município de Paragominas (ITERPA 2019).

#### 2.4 Indicadores de Eficiência Econômica

Os preços de primeira comercialização para a estimativa dos indicadores econômicos foram observados em três cenários diferentes, sendo R\$ 7,00.kg<sup>-1</sup> como justificativa ao preço praticado na propriedade visitada, R\$ 10,00.kg<sup>-1</sup> como o maior preço observado no estado e R\$ 8,50.kg<sup>-1</sup> como um valor intermediário entre os dois limites.

A estimativa da rentabilidade para os diferentes preços de venda seguiu a metodologia proposta por Martin et al. (1998), como sendo: 1) Receita Bruta (RB): produção anual multiplicada pelo preço de primeira comercialização; 2) Lucro Operacional (LO): diferença entre a receita bruta e o CTP; 3) Lucro Operacional Mensal (LOM): lucro operacional dividido pelo número de meses do ano; 4) Margem Bruta (MB): diferença entre a receita bruta e o CTP, dividida pelo CTP, representada em porcentagem; 5) Índice de Lucratividade (IL): lucro operacional dividido pela receita bruta, representado em porcentagem; e 6) Ponto de nivelamento (PN): custo total da produção dividido pelo preço de primeira comercialização.

Conhecido o custo para implantação do projeto e o lucro operacional anual (LO), foi possível estimar em um horizonte de dez anos os seguintes indicadores: 1) Valor Presente Líquido (VPL): valor presente das entradas menos o valor atual das saídas do caixa, o qual, sendo positivo, significa que o investimento é viável; 2) Taxa Interna de Retorno (TIR): taxa de juros que iguale os custos aos retornos obtidos durante o projeto; 3) Relação Benefício Custo (RBC): relação entre o valor atual do retorno e o custo; 4) *Payback* simples: tempo necessário para que a soma do lucro operacional anual iguale o valor do investimento inicial; e 5) *Payback* descontado: tempo necessário para que a soma do lucro operacional anual descontado de uma taxa de juros iguale ao valor do investimento inicial.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada para avaliação do VPL e do *payback* descontado foi de 5,79% com base na taxa básica de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia – SELIC para o ano de 2019.



### 3. Resultados e Discussão

O investimento necessário para implementação de um sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para produção de 30 toneladas.ano<sup>-1</sup> de tilápia foi estimado em R\$ 137.789,6 (Tabela 3). O principal custo para implementação do projeto está na montagem das estruturas dos tanques de geomembrana, o qual assume 42,2% de todo o investimento necessário. Corroborando com este resultado, Rego et al. (2017a) constataram que o principal custo de implantação é a construção dos tanques em geomembrana para cultivo em bioflocos.

O valor do investimento neste estudo foi proporcionalmente superior ao encontrado por Brabo et al. (2016b)<sup>1</sup> para tilapicultura em tanques-rede, os quais foram 4.556,5 R\$.tonelada<sup>-1</sup> e 2.855,7 R\$.tonelada<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo Furlaneto et al. (2006), o investimento em tanques-rede demanda de estruturas mais simples, o que possibilita um custo de implantação menos oneroso. Corroborando a isto, Rego et al. (2017a) observaram que o custo para implementação do sistema de bioflocos foi de 5.107,4 US\$.tonelada<sup>-1</sup> enquanto que em viveiro escavado foi de 2.373,2 US\$.tonelada<sup>-1</sup>, cerca de 115% superior.

O custo total da produção anual do projeto ficou em R\$ 228.840,5 no qual a ração responde pela maior parcela do montante financeiro necessário para custear a atividade, seguido do custo com eletricidade (Tabela 4). Este resultado corrobora com o observado por Rego et al. (2017a), os quais também observaram que a ração e o custo com eletricidade são os principais insumos do custo operacional para cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos.

É unânime entre os trabalhos observados que a ração seja a responsável pela maior parcela do custeio da produção aquícola, podendo constatar em estudos com tilápia em sistemas de recirculação, tanques-rede, bioflocos e viveiros escavados (Furlaneto et al. 2010; Simões & Gouvea 2015; Santos-Filho et al. 2016; Rego et al. 2017a; Trombeta et al. 2017). No caso do estado do Pará, a ausência de fábricas de ração específica para a tilápia tende a ampliar esse custo, principalmente para pequenos produtores, pelo fato deste não possuir poder de barganha suficiente para negociação a preços mais atraente com o fornecedor de outros estados.

A alta demanda por eletricidade é inerente aos sistemas fechados de produção e ocupa o segundo lugar em termos de dispêndio tanto para sistemas de bioflocos quanto aos de recirculação, ambos sistemas fechados de produção (Santos-Filho et al. 2016; Rego et al. 2017a). Neste projeto o consumo de energia elétrica foi estimado com base na aeração artificial para suprimento de oxigênio essenciais à manutenção dos peixes e do bioflocos e está proporcionalmente semelhante ao relatado por Avinimelech (2007) e Hargreaves (2013).

Outro ponto importante, é que o estado do Pará apresenta uma das dez maiores tarifas de energia elétrica dentre as 104 concessionárias presente no Brasil (ANEEL 2019; ANEEL 2020). Desse modo, o produtor necessita aproveitar-se de incentivos para baratear este custo, como a tarifa convencional rural (R\$ 0,52.kWh<sup>-1</sup>), caso contrário, a tarifa convencional residencial (R\$ 0,68.kWh<sup>-1</sup>) elevará o custo operacional total em 3,9%, o que consequentemente afeta os indicadores de eficiência econômica e amplia o *payback* descontado em mais 3,7 anos para o cenário intermediário.

<sup>1</sup> Valor corrigido utilizando IGP-DI do mês de junho de 2015 para fevereiro de 2020.

Tabela 3. Custo de implantação de um empreendimento de criação de tilápia *O. niloticus* em sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para 30 toneladas.ano<sup>-1</sup>.

Discriminação dos produtos	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
Projeto técnico para licenciamento <sup>1</sup>	verba	1	2.467,7	2.467,7	1,8
Custos com regularização <sup>2</sup>	verba	1	4.935,4	4.935,4	3,6
Montagem do projeto	diária	20	90,0	1.800,0	1,3
Responsabilidade técnica na obra <sup>3</sup>	diária	10	470,3	4.702,5	3,4
Instalações elétricas	diária	2	250,0	500,0	0,4
Tanques em PVC 0,8mm 121m <sup>3</sup> com estruturas de sustentação <sup>4</sup>	unidade	6	9.682,0	58.092,0	42,2
Sistema de aeração por compressor radial trifásico <sup>5</sup>	unidade	1	31.628,6	31.628,6	23,0
Drenagem e abastecimento do sistema	unidade	1	9.266,4	9.266,4	6,7
Instrumentos de qualidade de água	unidade	1	3.475,1	3.475,1	2,5
Cobertura de proteção com tela antipássaro 30mm	unidade	1	4.187,3	4.187,3	3,0
Backup de energia (Gerador 9,8kva + Quadro Elétrico + Cabeamento)	unidade	1	9.960,0	9.960,0	7,2
Outros custos <sup>6</sup>	verba	1	6.774,6	6.774,6	4,9
<b>Total</b>				<b>137.789,6</b>	<b>100,0</b>

Nota: (1) 2% do investimento no projeto; (2) 4% do investimento para adequação documental necessária ao licenciamento ambiental e outorga d'água; (3) Estabelecido com base no salário mínimo profissional; (4) Volume total do tanque com 121m<sup>3</sup> e volume utilizado de 110m<sup>3</sup>; (5) Inclui 2 compressores radiais de 2,35cv e 2 de 1,74cv, bem como tubos, conexões e mangueira microporosa de ½ polegada interna; (6) Materiais de construção e redes de despesca.

Fonte: Dados da pesquisa.

A aquisição de formas jovens de tilápia revestida assume o terceiro embolso mais importante, e especificamente para o estado do Pará, é uma das principais dificuldades enfrentadas pelos tilapicultores, pois não há oferta no mercado interno deste produto, fato este constatado durante o levantamento e reforçado na literatura disponível (Brabo et al. 2020). Assim, o produtor precisa adquirir os alevinos masculinizados advindos de outros estados, como Maranhão e Tocantins, o que inevitavelmente incorpora ao preço do milheiro o custo do transporte ou o lucro do atravessador, tomando-o mais oneroso ao empreendedor.

No levantamento para aquisição de formas jovens de tilápia revestida, o preço do milheiro demonstrou que pode chegar até R\$ 300,00, dependendo do fornecedor, da quantidade e do município de origem. No caso de Paragominas, devido este estar na rota do transporte dos alevinos e estar próximo aos estados supracitados, ou ainda pela quantidade requerida neste projeto, foi possível a obtenção dos alevinos no valor de R\$ 250,00 com o frete incluso e mais o lucro do atravessador.

Tabela 4. Custo operacional anual de um empreendimento de criação de tilápia *O. niloticus* em sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para 30 toneladas.ano<sup>-1</sup>.



Discriminação dos produtos	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
Ração	kg	42.293,1	2,5	106.315,7	46,5
Eletricidade <sup>1</sup>	kwh	52.016,9	0,5	27.048,8	11,8
Formas jovens	milheiro	84,0	250,0	21.000,0	9,2
Mão-de-obra assalariada	salário	12,0	1.567,5	18.810,0	8,2
Açúcar comercial	kg	2.653,2	2,4	6.367,7	2,8
Outros custos (Calcário e kits de qualidade de água)	verba			2.198,9	1,0
<b>Custo Operacional Efetivo (COE)</b>				<b>181.741,0</b>	<b>79,4</b>
Outras despesas	verba			5.452,2	2,4
Encargos sociais e trabalhistas	verba			8.069,5	3,5
Depreciação	verba			10.250,1	4,5
<b>Custo Operacional Total (COT)</b>				<b>205.512,9</b>	<b>89,8</b>
Remuneração do empreendedor	verba			12.540,0	5,5
Juros sobre o capital circulante	verba			10.213,8	4,5
Juros sobre o capital fixo	verba			436,7	0,19
Arrendamento da terra (0,20ha)	verba			137,09	0,06
<b>Custo Total da Produção (CTP)</b>				<b>228.840,5</b>	<b>100,0</b>

Nota: (1) Calculado para a tarifa convencional rural do ano de 2019/20 de R\$ 0,52.kWh<sup>-1</sup> (Resolução Homologatória ANEEL n° 2.588/2019) a partir do gasto energético dos compressores radiais (2 unidades de 2,35cv e 2 unidades de 1,74cv).

Fonte: Dados da pesquisa.

A remuneração do trabalhador assalariado assume o quarto maior embolso quando somado aos encargos sociais e trabalhistas, o qual foi proporcionalmente a metade do valor gasto com mão de obra apresentado por Rego et al. (2017a)<sup>2</sup>. Segundo estes autores, não apenas a maior despesa com alimentação e aeração justificam o maior custo de produção do sistema bioflocos, mas também a necessidade de técnicos treinados para realizar atividades especializadas, exigindo mais pessoal em comparação com os sistemas convencionais.

Neste contexto, o custo de produção para tilapicultura em sistema de bioflocos ficou em R\$ 7,57 por quilograma de peixe (Tabela 5). Este resultado foi 11,3% superior ao encontrado por Brabo et al. (2016b), os quais observaram o valor de R\$ 6,80.kg<sup>-1</sup>,<sup>3</sup> para a produção da tilápia em tanque-rede no nordeste paraense. A superioridade se justifica pela demanda de profissional treinado e de maior consumo de energia e insumos comparativamente aos sistemas tradicionais, fato este que corrobora com o observado para o cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos, o qual apresentou custo de produção 60% superior ao viveiros escavado (Rego et al. 2017a).

Tabela 5. Indicadores de eficiência econômica anual para diferentes preços de primeira comercialização de tilápia *O. niloticus* em sistema de bioflocos no Sudeste paraense.

<sup>2</sup> Valor corrigido utilizando IGP-DI do mês de novembro de 2014 para fevereiro de 2020.

<sup>3</sup> Valor corrigido utilizando IGP-DI do mês de junho de 2015 para fevereiro de 2020.



Indicador econômico	Unidade	Preços de primeira comercialização		
		R\$ 7,00	R\$ 8,50	R\$ 10,00
Produção	kg	30.240,0	30.240,0	30.240,0
Receita Bruta	R\$	211.680,0	257.040,0	302.400,0
Custo Total da Produção	R\$	228.840,5	228.840,5	228.840,5
Custo de produção	R\$.kg <sup>-1</sup>	7,57	7,57	7,57
Ponto de Nivelamento	kg	32.691,5	26.922,4	22.884,0
Lucro Operacional anual	R\$	-17.160,5	28.199,5	73.559,5
Lucro Operacional mensal	R\$	-1.430,0	2.350,0	6.130,0
Margem Bruta	%	-7,5	12,3	32,1
Índice de Lucratividade	%	-8,1	11,0	24,3
Valor Presente Líquido <sup>1</sup>	R\$	-265.358,4	71.842,0	409.042,4
Taxa Interna de Retorno	%	-	15,7	52,6
Relação Benefício Custo	-	0,93	1,12	1,32
Payback simples	anos	-	3,9	0,8
Payback descontado <sup>1</sup>	anos	-	4,9	1,0

Nota: (1) Taxa Mínima de Atratividade de 5,79%.ano<sup>-1</sup>.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os indicadores econômicos demonstram que o custo de produção torna a prática da comercialização a um preço de R\$ 7,00.kg<sup>-1</sup> inviável financeiramente e que a comercialização a um preço de R\$ 10,00.kg<sup>-1</sup> possibilita um melhor retorno financeiro ao investidor (Tabela 5). Contudo, a comercialização a um preço mais alto pode ser impossibilitada em municípios onde a oferta de peixes ocorra com maior expressividade. No caso de Paragominas, o maior produtor de peixes oriundos da piscicultura no estado (33%), o preço de primeira comercialização praticado está em R\$ 6,84.kg<sup>-1</sup>, enquanto que em Capitão Poço, que responde por 1,6% da produção estadual e está longe da região costeira, o preço é de R\$ 10,82.kg<sup>-1</sup> por quilograma de peixe (SIDRA 2019).

Segundo Rego et al. (2017b) o produtor que utiliza a tecnologia de bioflocos precisará escoar a produção de maneira estratégica, negociando preços e melhorando a gestão comercial e produtiva da produção. Desse modo, ciente da existência de uma relação inversa entre a oferta de peixe com o preço de comercialização, vale uma análise sobre os preços praticados no mercado estadual, com a premissa de auxiliar o escoamento da produção à locais onde ocorra os valores mais expressivos, seja para o mercado local ou para municípios vizinhos.

Neste cenário, 49% dos municípios paraenses apresentam preço de comercialização para o quilograma de peixe superior a R\$ 8,50, destacando-se a região Nordeste paraense, enquanto que 17% apresentam preço inferior ao custo de produção observado para a tilapicultura em sistema de bioflocos (R\$ 7,57.kg<sup>-1</sup>), os quais estão concentrados especialmente na região Sudeste (SIDRA 2019) (Figura 2). Esta mesorregião é a que apresenta o menor preço de comercialização do estado paraense (R\$ 7,59.kg<sup>-1</sup>) e possivelmente é influenciada pelos preços das microrregiões de Imperatriz (MA), Porto Franco (MA) e Bico do Papagaio (TO), os quais apresentam preços praticado de R\$ 6,43.kg<sup>-1</sup>, R\$ 6,15.kg<sup>-1</sup> e R\$ 6,22.kg<sup>-1</sup> respectivamente (SIDRA 2019).

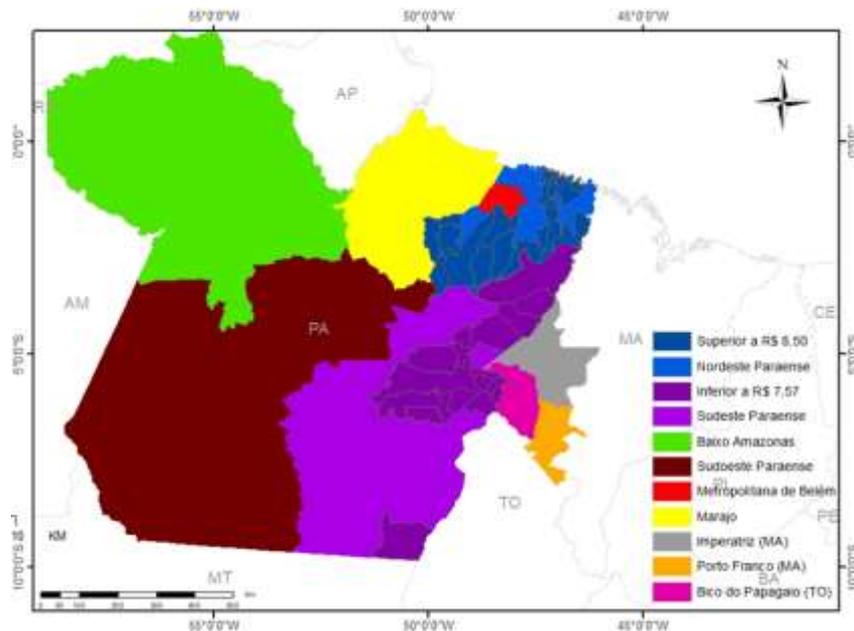


Figura 2. Municípios com preço de comercialização da tilápia superior a R\$ 8,50.kg-1 e inferior a R\$ 7,57.kg-1 de acordo com a mesorregião paraense correspondente. Fonte: Elaborada pelos autores.

A Resolução COEMA n° 143 de 2018 utiliza-se do princípio da precaução para normatizar sobre o cultivo de espécies exóticas no estado, haja vista que a introdução da espécie poderia causar impactos como diminuição de estoques pesqueiros e perda da biodiversidade (Attayde et al. 2011; Côa et al. 2017). Contudo, os requisitos tecnológicos impostos neste ato normativo diferem da realidade do estado (Brabo et al. 2020) e apresenta rigor superior aos normativos vigentes em outros estados que se encontram na mesma realidade hidrográfica.

O estado de Mato grosso, por exemplo, também tem parcelas de seu território que fazem parte da bacia Amazônica, assim como o Pará, entretanto, em seu território é permitido a produção de tilápias em tanques-rede. Isso proporciona redução substancial nos custos de produção, o que viabiliza a comercialização do produto a preços mais baixos na ordem de R\$ 5,05 o quilograma (Mato Grosso 2017; 2018; SIDRA 2019).

O Tocantins é o único estado da região Norte que permite o cultivo de tilápia em tanques-rede e, entre os fundamentos legais que sustentam esse ato, está a redação da portaria n° 27 de 2003 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a qual informa que a tilápia tem o *status* de detectada na região Araguaia-Tocantins (Brasil 2003; Tocantins 2018). Esta região hidrográfica é a principal detentora da produção de tilápia no estado do Pará, assumindo 78% do volume de produção e 56,4% do número de empreendimento de tilapicultura (SIDRA 2017; 2019).

O município de Paragominas está contido na região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, a qual abrange boa parte do território do estado do Maranhão, um dos principais fornecedores de tilápia para comercialização no estado do Pará. O preço praticado para a espécie neste estado do nordeste brasileiro é de R\$ 6,79.kg<sup>-1</sup>, cerca de 40,6% menor que o observado no Pará, e o cultivo de tilápia é permitido em sistemas de produção que utilizam tanques-rede e viveiros escavados (Maranhão 2010; SIDRA 2019).

É inquestionável o benefício sustentável da tecnologia bioflocos em comparação aos outros sistemas de produção, sobretudo relacionado ao controle de efluentes, biossegurança e ao desempenho zootécnico (Avnimelech 2012). Contudo, pelo fato de demandar maior quantidade de insumos e mão de obra treinada, este sistema apresenta maior sensibilidade às alterações de custos e receitas quando comparado ao convencional (Rego et al. 2017b).

Por fim, o empreendedor que almejar investir na produção de tilápia em sistemas de bioflocos no estado do Pará deverá dispor de estratégias que podem ir além da comercialização onde o preço de venda seja mais atrativo, como a participação em organizações sociais para provimento de insumos com preços mais atrativos, e a adoção de um maior peso de abate, o qual possibilitaria um aumento no preço de comercialização (Trombeta et al. 2017).



## Conclusão

A tilapicultura em sistema de bioflocos no estado do Pará apresenta um custo de produção que poderá limitar a comercialização à determinados municípios, de modo que exigirá do empreendedor um conhecimento do mercado mais atraente para escoamento da produção.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro no decorrer da pós-graduação, bem como ao proprietário da fazenda visitada pela atenção e disponibilidade de informações, as quais foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

## Referências

- ABECIP (Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança) 2019. *Índice de rendimento da poupança*. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/credito-imobiliario/indicadores/caderneta-de-poupanca>.
- ANA (Agência Nacional de Águas) 2019. *As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras*. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/links-12-regioes>.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) 2019. *Resolução homologatória ANEEL nº 2.588/2019*. Disponível em: [https://pa.equatorialenergia.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Anexo-I-Tabela-de-Tarifas-CELPA.DOCX1\\_.pdf](https://pa.equatorialenergia.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Anexo-I-Tabela-de-Tarifas-CELPA.DOCX1_.pdf).
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) 2020. *Ranking das Tarifas*. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/pt/ranking-das-tarifas>.
- Attayde JL, Brasil J, Menescal RA 2011. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology* 18(6): 437-443.
- Avnimelech Y 2012. *Biofloc Technology: a practical guide book*. 3ª ed., The World Aquaculture Society, Louisiana, 258 pp.
- Avnimelech, Y 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture* 264(1-4): 140-147.
- Barros AF, Maeda MM, Maeda A, Silva ACC, Angeli AJ 2016. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Archivos de Zootecnia* 65(249): 21-28.
- BASA (Banco da Amazônia) 2020. *Plano de Aplicação de Recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) 2020*. Disponível em: <https://www.bancoamazonia.com.br/index.php/sobre-o-banco/fno>.
- Brabo MF, Ferreira LA, Veras GC 2016a. Aspectos históricos do desenvolvimento da piscicultura no Nordeste paraense: trajetória do protagonismo a estagnação. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 9(3): 595-615.
- Brabo MF, Flexa CE, Veras GC, Paiva RS, Fujimoto RY 2013. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Informações Econômicas* 43(3): 56-64.
- Brabo MF, França FA, Paixão DJMR, Costa MWM, Campelo DAV, Veras GC 2016b. Avaliação econômica da produção de espécies alternativas à tilápia em pisciculturas no nordeste paraense. *Informações Econômicas* 46(2): 16-23.
- Brabo MF, Matos SCN, Serra RHPF, Costa BGB, Campelo DAV, Veras GC 2020. A tilapicultura no estado do Pará, Amazônia. *Informações Econômicas* 50(Edição Especial): 1-11.
- Brasil [página na internet]. *Portaria IBAMA nº 27 de 22 de maio de 2003*. Altera a Portaria nº 145 de 29 de outubro de 1998. [publicação 22 mai 2003; acesso 11 abr 2020]. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2003/p\\_ibama\\_27\\_2003\\_altera\\_p\\_ibama\\_145\\_1998\\_especiesexoticas.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2003/p_ibama_27_2003_altera_p_ibama_145_1998_especiesexoticas.pdf).
- Cavalcante DH, Lima FRS, Reboucas VT, Carmo e Sá MC 2017. Nile tilapia culture under feeding restriction in bioflocs and bioflocs plus periphyton tanks. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 39(3): 223-228.
- Côa F, Medeiros AMZ, Barbieri E 2017. Record of Nile tilapia in the Mandira River, Cananéia, São Paulo State. *Boletim do Instituto de Pesca* 43(1): 87-91.
- Furlaneto FPB, Ayroza DMMR, Ayroza LMS 2010. Análise econômica da produção de tilápia em tanques-rede, ciclo de verão, região do médio Paranapanema, estado de São Paulo, 2009. *Informações Econômicas* 40(4): 5-11.



- Furlaneto FPB, Ayroza DMMR, Ayroza LMS 2006. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas* 36(3): 63-69.
- Hargreaves JA 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture. *Southern Regional Aquaculture Center*, n° 4503: 1-12.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2019. *Banco de dados: informações do estado do Pará*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>.
- ITERPA (Instituto de Terras do Pará) 2019. *Tabela de Referência do Valor do hectare/município/ano*. Disponível em: <http://www.iterpa.pa.gov.br/content/tabela-de-refer%C3%A2ncia-do-valor-do-hectare/munic%C3%ADpioano>.
- Lima AKS, Amancio ALL, Casali RRB, Santos LM, Rocha MMRM 2009. Avaliação técnico-econômica da criação de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no município de Bananeiras, Estado da Paraíba. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR* 9: 159-167.
- Lima ECR, Souza RL, Wambach XF, Silva UL, Correia ES 2015. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal* 16(4): 948-957.
- Maranhão [página na internet]. *Portaria SEMA n° 60 de 29 de abril de 2010*. Dispõe sobre a dispensa de Licenciamento Ambiental de empreendimentos de pequeno porte de aquicultores familiares enquadrados no PRONAF. [publicação 29 abr 2010; acesso 11 abr 2020]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=130800>
- Martin NB, Serra R, Oliveira MDM, Ângelo JÁ, Okawa H 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. *Informações Econômicas* 28(1): 7-27.
- Mato Grosso [página na internet]. *Decreto n° 1.190 de 15 de setembro de 2017*. Altera e acrescenta dispositivo ao Decreto n° 8.149, de 27 de setembro de 2006, e dá outras providências. [publicação 15 set 2017; acesso 14 abr 2020]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=350177>
- Mato Grosso [página na internet]. *Lei n° 10.669 de 16 de janeiro 2018*. Altera e revoga dispositivos da Lei n° 8.464, de 04 de abril de 2006, altera dispositivo da Lei n° 9.408, de 01 de julho de 2010, e dá outras providências. [publicação 16 jan 2018; acesso 14 abr 2020]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=355612>
- Matsunaga M, Bemelmans PF, Toledo PEN, Dullely RD, Okawa H, Pedroso IA 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo* 23(1): 123-139.
- Pará [página na internet]. *Lei Estadual n° 6.713 de 25 de janeiro de 2005*. Dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará, regulando as atividades de fomento, desenvolvimento e gestão ambiental dos recursos pesqueiros e da aquicultura e dá outras providências. [publicação 25 jan 2005; acesso 11 abr 2020]. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2005/01/25/9766/>
- Pará [página na internet]. *Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018*. Dispõe sobre diretrizes para o cultivo de espécies exóticas em empreendimentos aquícolas do Estado do Pará, e dá outras providências. [publicação 20 dez 2018; acesso 11 abr 2020]. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2019/03/18/resolucao-coema-no-143-de-20-de-dezembro-de-2018/>.
- Paragominas [página na internet]. *Lei n° 961 de 17 de maio de 2018*. Dispõe sobre a regularização da criação de espécies exóticas aquícolas em sistema fechado no município de Paragominas e dá outras providências. [publicação 17 mai 2018; acesso 13 abr 2020]. Disponível em: <https://camaraparagominas.pa.gov.br/lei-no-961-2018-de-17-de-maio-de-2018/>.
- Rego MAS, Sabbag OJ, Soares R, Peixoto S 2017a. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. *Aquaculture International* 25(1): 473-483.
- Rego MAS, Sabbag OJ, Soares R, Peixoto S 2017b. 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.
- Rakocy J, Bailey D, Thoman E, Shultz C 2004. Intensive Tank Culture of Tilapia with a Suspended, Bacterial-Based, Treatment Process: new dimension in farmed Tilapia. In: R Bolivar, G Mair, K Fitzsimmons. *Proceeding of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, p. 584-596.
- Samocha TM, Prangnell DI, Hanson TR, Treece GD, Morris TC, Castro LF, Staresinic N 2017. *Design and Operation of Super Intensive Biofloc: Dominated Systems for Indoor Production of the Pacific White Shrimp, Litopenaeus vannamei*. The World Aquaculture Society, Louisiana, 368 pp.
- Santos-Filho LG, Vieira-Santos SGA, Silva CELS, Silva RCAV 2016. Utilização de indicadores de viabilidade econômica na produção de tilápia (*Oreochromis Niloticus*) em sistema de recirculação: estudo de caso de uma piscicultura de pequena escala em Parnaíba-PI. *Organizações Rurais e Agroindustriais* 18(4): 304-314.



- SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) 2017. *Banco de dados: Censo Agropecuário 2017*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6938>.
- SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) 2019. *Banco de dados: Pesquisa da Pecuária Municipal*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>.
- Silva JR, Rabenschlag DR, Feiden A, Boscolo WR, Signor AA, Bueno GW 2012. Produção de pacu em tanques-rede no reservatório de Itaípu, Brasil: retorno econômico. *Arquivos de Zootecnia* 61(234): 245-254.
- Silva UL, Falcon DR, Pessoa MNC, Correia ES 2017. Carbon sources and C:N ratios on water quality for Nile tilapia farming in biofloc system. *Revista Caatinga* 30(4): 1017-1027.
- Silva UL, Vieira LC, Mello MVL, Franca EJ, Falcon DR, Correia ES 2018. Responde of phytoplankton to diferente carbono sources and C:N ratios in tilapia fingerling culture with bioflocos. *Boletim do Instituto de Pesca* 44(1): 1-8.
- Simões D, Gouvea ACF 2015. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilapia-do-Nilo em tanques-rede. *Arquivos de zootecnia* 64(245): 41-48.
- Tocantins [página na internet]. *Resolução COEMA nº 88 de 05 de dezembro de 2018*. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental da Aquicultura no Estado do Tocantins. [publicação 05 dez 2018; acesso 13 abr 2020]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=370992>.
- Trombeta TD, Bueno GW, Mattos BO 2017. Análise econômica da produção de tilapia em viveiros escavados no Distrito Federal, 2016. *Informações Econômicas* 47(2): 42-49.
- Wasielesky W, Atwood H, Stokes A, Browdy C 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for White shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258(1-4): 396-403.