



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS**

LEONILTON RODRIGUES BARBOSA DA SILVA

**TILAPICULTURA NO ESTADO DO PARÁ: UMA ABORDAGEM A PARTIR DOS
ASPECTOS LEGAIS E TECNOLÓGICOS**

**BELÉM-PA
2020**

LEONILTON RODRIGUES BARBOSA DA SILVA

**TILAPICULTURA NO ESTADO DO PARÁ: UMA ABORDAGEM A PARTIR DOS
ASPECTOS LEGAIS E TECNOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) como parte avaliativa para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Aquicultura.

Orientadora: Dr^a. Kátia Cristina de Araújo Silva
Coorientador: Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa

**BELÉM-PA
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586t Silva, Leonilton Rodrigues Barbosa da
Tilapicultura no estado do Pará: Uma abordagem a partir dos aspectos legais e tecnológicos /
Leonilton Rodrigues Barbosa da Silva. - 2020.
69 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos
Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2020.
Orientador: Profa. Dra. Kátia Cristina de Araújo Silva
Coorientador: Prof. Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa.
1. Aquicultura. 2. Espécies exóticas. 3. Legislação. 4. *Oreochromis niloticus*. 5. Piscicultura. I. Silva,
Kátia Cristina de Araújo. *orient.* II. Título
-

LEONILTON RODRIGUES BARBOSA DA SILVA

**TILAPICULTURA NO ESTADO DO PARÁ: UMA ABORDAGEM A PARTIR DOS
ASPECTOS LEGAIS E TECNOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte avaliativa para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Aquicultura.

Data de Aprovação: 27 de março de 2020

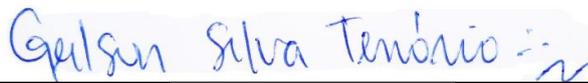
BANCA EXAMINADORA:



Dr^a. Kátia Cristina de Araújo Silva (Orientadora)
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



Dr^a. Cyntia Meireles Martins
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



Dr. Geilson Silva Tenório
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA



Dr. Marcos Antônio Souza dos Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

*Dedico especialmente a minha família
e a minha mãe Miriam Barbosa*

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, em primeiro lugar, por conceder força para nunca desistir.

A *UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, ISARH - Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos* e ao *PPGAqRAT - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais*, pelo uso de suas estruturas e equipamentos que auxiliaram no desenvolvimento desta dissertação.

A minha querida mãe *Miriam Barbosa* e aos meus irmãos *Leonildo, Leonilson e Luciana* por sempre estarem ao meu lado me dando forças e apoio incondicional para concluir essa etapa da minha vida profissional.

A minha namorada *Mayara Pereira* por todo o companheirismo, ajuda, motivação e força em todos os momentos.

A todos os meus amigos do *LAqTrop* pela grande amizade, companheirismo e por toda ajuda que me deram no decorrer do mestrado.

À *CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* - pela concessão da bolsa.

Aos meus orientadores *Dr^a. Kátia Cristina de Araújo Silva, Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa e Dr. Marcos Ferreira Brabo* por todo o apoio, paciência e ensinamentos.

Por fim, agradeço a *Dr^a. Cyntia Meireles Martins*, ao *Dr. Geilson Silva Tenório* e ao *Dr. Marcos Antônio Souza dos Santos* por compor a banca de avaliação e pelas contribuições dadas a este trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa minha jornada, o meu mais sincero e emocionado obrigado.

Obrigado!

RESUMO

A tilápia *Oreochromis niloticus* é produzida em empreendimentos de piscicultura no estado do Pará desde a década de 1970, quando teve os primeiros exemplares trazidos do Centro de Pesquisas em Aquicultura do Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas (DNOCS) em Pentecoste, no Ceará. Nas décadas seguintes, sua criação foi incentivada por órgãos governamentais de fomento e de assistência técnica e extensão rural até o advento da Lei Estadual nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005, que passou a considerar como atividade ilegal o cultivo de espécies exóticas em sistemas abertos. Porém, a falta de definição do termo “sistemas abertos” dificultou a regularização de iniciativas de tilapicultura no território paraense, até a publicação da Resolução COEMA nº 143 de 20 de dezembro de 2018 trazer as diretrizes para o desenvolvimento da atividade, exclusivamente em sistemas fechados. Neste contexto, mesmo ilegalmente, o Estado conta com 3.089 empreendimentos de piscicultura que adotam a espécie, o maior número entre as unidades federativas da Região Norte. O objetivo deste estudo será analisar a tilapicultura no estado do Pará a partir de aspectos legais e tecnológicos, visando evidenciar a viabilidade técnica e econômica da atividade a partir das exigências do novo marco regulatório. O trabalho está dividido em dois capítulos, intitulados: 1) “Cenário atual e perspectivas da tilapicultura no estado do Pará frente ao novo marco regulatório da atividade”, que objetiva apresentar o cenário atual da tilapicultura no território paraense, bem como discorrer sobre as modalidades de produção adotadas comercialmente e analisar suas perspectivas de regularização frente à nova legislação; 2) “Tilapicultura em sistema de bioflocos: um investimento rentável no estado do Pará?”, com a finalidade de analisar a viabilidade econômica da produção de tilápia em sistema de bioflocos no território paraense. No capítulo 1, os dados de produção, valor monetário correspondente e o número de empreendimentos foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A caracterização das modalidades de produção ocorreu por meio de observações de campo e entrevistas com piscicultores em dezembro de 2019, contemplando iniciativas emblemáticas de produção de formas jovens e engorda em viveiros escavados, tanques-rede e tanques suspensos em sistema de bioflocos. Posteriormente, as informações obtidas foram confrontadas com as exigências da nova norma jurídica e analisadas no tocante a possibilidade de regularização. No capítulo 2, a metodologia do custo operacional e indicadores de eficiência econômica foram adotados para avaliação de uma iniciativa nos moldes da única em operação regular no território paraense, bem como foi efetuada uma análise de risco a partir do preço de primeira comercialização.

Palavras-chave: aquicultura; espécies exóticas; legislação; *Oreochromis niloticus*; piscicultura.

ABSTRACT

Oreochromis niloticus has been produced in fish farming in the state of Pará since the 1970s, when it had its first specimens brought from the Centro de Pesquisas em Aquicultura do Departamento Nacional de Obras Contradas Secas (DNOCS) in Pentecoste, Ceará. In the following decades, its creation was encouraged by governmental agencies of promotion and technical assistance and rural extension until the advent of State Law No. 6,713 of January 25, 2005, which started to consider as illegal activity the cultivation of exotic species in systems open. However, the lack of definition of the term “open systems” made it difficult to regularize tilapia farming initiatives in the Pará state, until the publication of COEMA Resolution No. 143 of December 20, 2018, bringing guidelines for the development of the activity, exclusively in systems closed. In this context, even illegally, the State has 3,089 fish farming that adopt the tilapia, the largest number among federative units in the Northern Region. The objective of this study will be to analyze tilapia farming in the Pará state from legal and technological aspects, aiming to show the technical and economic viability of the activity from the requirements of the new regulatory framework. The work is divided into two chapters, entitled: 1) “Current scenario and perspectives of tilapia farming in the Pará State in view of the new legislation of the activity”, which aims to present the current tilapia farming scenario in the Pará state, as well as to discuss the modalities of production adopted commercially and to analyze their prospects of regularization in face of the new legislation; 2) “Tilapia farming in biofloc system: a profitable investment in the Pará state?”, with the purpose of analyzing the economic viability of tilapia production in a biofloc system in Pará. In chapter 1, the production data, corresponding monetary value and the number of enterprises were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The characterization of the production modalities took place through field observations and interviews with fish farmers in December 2019, contemplating emblematic initiatives for the production of young forms and fattening in excavated ponds, network tanks and tanks suspended in a biofloc system. Subsequently, the information obtained was compared with the requirements of the new legal standard and analyzed with regard to the possibility of regularization. In chapter 2, the operating cost methodology and economic efficiency indicators were adopted to evaluate an initiative along the lines of the only one in regular operation in the Pará state, as well as a risk analysis based on the price of the first sale.

Keywords: aquaculture; exotic species; legislation; *Oreochromis niloticus*; fish farming.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

- Figura 1.** Mapa territorial do estado do Pará inserido nas regiões hidrográficas Amazônica, Tocantins/Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental. 27
- Figura 2.** Participação da produção de tilápia *Oreochromis* spp. em relação ao total da piscicultura no estado do Pará entre 2014 e 2018. 31

CAPITULO 2

- Figura 1.** Layout de um empreendimento projetado para produção de tilápia em sistema de bioflocos no Sudeste paraense. 54
- 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. 62

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1. Número de empreendimentos e de municípios praticando tilapicultura no estado do Pará por região hidrográfica no ano de 2017.....	30
Tabela 2. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Tocantins-Araguaia.	32
Tabela 3. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. .	33
Tabela 4. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Amazônica.....	34
Tabela 5. Valor da produção e preço de comercialização da tilápia no estado do Pará entre anos de 2014 e 2018.....	35
Tabela 6. Síntese dos aspectos tecnológicos, econômicos e distribuição das modalidades de produção de tilápia <i>Oreochromis spp.</i> no estado do Pará.	41
Tabela 7. Perspectiva de regularização das modalidades de produção de tilápia no território paraense frente às diretrizes da Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018.	42

CAPITULO 2

Tabela 1. Indicadores de desempenho zootécnico de um empreendimento de produção de tilápia em sistema de bioflocos localizado no Sudeste paraense.....	55
Tabela 2. Depreciação dos bens de capital fixo de um empreendimento de criação de tilápia <i>O. niloticus</i> em sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para 30 toneladas.ano ⁻¹	56
Tabela 3. Custo de implantação de um empreendimento de criação de tilápia <i>O. niloticus</i> em sistema de bioflocos no Sudeste paraense com capacidade para 30 toneladas.ano ⁻¹	58
Tabela 4. Indicadores de eficiência econômica anual para diferentes preços de primeira comercialização de tilápia <i>O. niloticus</i> em sistema de bioflocos no Sudeste paraense.....	59
Tabela 5. Indicadores de eficiência econômica anual para diferentes preços de primeira comercialização de tilápia <i>O. niloticus</i> em sistema de bioflocos no Sudeste paraense.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 JUSTIFICATIVA	16
REFERÊNCIAS	18
CAPITULO 1. CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA TILAPICULTURA NO ESTADO DO PARÁ FRENTE AO NOVO MARCO REGULATÓRIO DA ATIVIDADE	
1 INTRODUÇÃO	22
2 EVOLUÇÃO DO MARCO REGULATÓRIO DA AQUICULTURA COM ESPÉCIES EXÓTICAS NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Área de estudo	27
3.2 Coleta e Análise de dados	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Cenário atual da tilapicultura no estado do Pará	30
4.1.1 Caracterização da estrutura de produção.....	30
4.1.2 Modalidades de produção praticadas comercialmente.....	35
4.1.2.1 Criação de tilápia em viveiros escavados.....	35
4.1.2.2 Criação de tilápia em tanques-rede	37
4.1.2.3 Criação de tilápia em sistema de bioflocos	39
4.1.2.4 Síntese dos aspectos tecnológicos e econômicos das modalidades de produção praticadas comercialmente no estado do Pará.....	40
4.2 Perspectiva de regularização dos empreendimentos frente às diretrizes da Resolução COEMA nº 143 de 20 de dezembro de 2018	42
5 CONCLUSÃO	44
CAPITULO 2. TILAPICULTURA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: UM INVESTIMENTO RENTÁVEL NO ESTADO DO PARÁ?	51
1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1 Área de estudo	53
2.2 Dimensionamento do sistema de produção	53
2.3 Custo operacional	55
2.4 Indicadores de eficiência econômica	56

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4 CONCLUSÃO	63
4 CONCLUSÃO GERAL	68
5 RECOMENDAÇÕES.....	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

O nome Tilápia é atribuído a um grupo de peixes ciclídeo de água doce nativo da África e do Oriente Médio pertencente aos gêneros *Oreochromis*, *Tilapia* e *Sarotherodon* spp, sendo constituído de aproximadamente 70 espécies de tilápias distribuídas em diversos países da região tropical. Apesar da diversidade de tilápias, somente 22 espécies apresentam viabilidade técnica para cultivo comercial no mundo, sendo a tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* predominante com quase 80% da produção mundial, haja visto seu desempenho zootécnico e rendimento de filé superior quando comparadas às demais do grupo (SHELDON, 2002; ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004; CANONICO et al., 2005; FAO, 2018; PRABU et al., 2019).

Embora o cultivo de tilápias seja datado a mais de 4.000 anos no antigo Egito, os primeiros indícios de produção orientada foram registrados no Quênia em 1924, sendo que, nos anos posteriores, foi se espalhando aos outros países da África. A tilapicultura ultrapassou as fronteiras do continente africano por volta de 1940, quando alcançou o extremo oriente da Ásia, passando posteriormente para países da Europa, até estar presente nas Américas nos anos de 1950 (GUPTA; ACOSTA, 2004). O início da atividade foi marcado por cultivos apresentando indivíduos abaixo do tamanho comercial em consequência da alta prolificidade da espécie, o que diminuiu o entusiasmo inicial da criação para fins de alimentação (PRABU et al., 2019).

O desenvolvimento de técnicas hormonais de reversão sexual nos anos de 1970 representou um grande marco para a tilapicultura mundial, haja visto que por meio da formação de população masculina monosexo a produção passou a dispor de indivíduos uniformes e em tamanho comercial (PRABU et al., 2019). No mesmo período, outra descoberta importante para gerenciamento de reprodução indesejada foi a utilização da hibridação para formação de lotes masculinizados, onde os primeiros cruzamentos observados ocorreram entre espécies do gênero *Oreochromis* (LAZARD, 1996; SHELTON, 2002). Ao final do século passado, os programas de melhoramento genético (GIFT) visando melhores taxas de crescimento fortaleceram a tilapicultura como atividade comercialmente atrativa (GUPTA; ACOSTA, 2004).

Toda essa evolução tecnológica fez com que as tilápias alcançassem posição de destaque no mundo, tornando-se o segundo grupo de peixes mais cultivado, atrás apenas das carpas, e com presença em mais de 100 países (FITZSIMMONS, 2006). Nos últimos anos as tilápias registram um crescimento médio de 19,6% ao ano, chegando na casa dos 5,4 milhões de toneladas em 2016 e com participação de 10% do total mundial (FAO, 2018). Estes números expressivos se justificam pela espécie dispor de atributos desejáveis à piscicultura, como

resistência a doenças e diferentes condições ambientais, rápido crescimento, ausência de espinha em “Y”, boa aceitação no mercado, bem como capacidade de adaptação a sistemas de produção distintos (SHELTON, 2002; PRABU et al., 2019).

As primeiras importações de tilápia para o Brasil ocorreram em 1953 com a espécie *Tilapia rendalli*, procedente do Congo (África), com a finalidade de povoar represas de companhias de energia elétrica do estado de São Paulo, contudo, logo observou-se um superpovoamento dos lagos e represas em que fora introduzida causado pela sua alta capacidade reprodutiva (NOMURA, 1977; CASTAGNOLLI, 1992). Por esse motivo, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) importou em 1971 as espécies *Tilapia hornorum* e a tilápia nilótica para realização de experimentos com hibridação, objetivando produzir formas jovens para povoamento dos reservatórios públicos do nordeste brasileiro e fomentar a produção das espécies em cativeiro (NOMURA, 1977; SCHULTER; VIEIRA-FILHO, 2017).

A tilapicultura no país assumiu o *status* comercial a partir da década de 1990 quando houve fortalecimento das técnicas para controle da reprodução, ração de qualidade e implementação de frigoríficos para processamento da espécie. Nos anos 2000, as preocupações se concentraram sobretudo em questões genéticas e consanguinidades, levando a importação de novas linhagens de tilápia com desempenho zootécnico superior (TENÓRIO; SOARES; LOPES, 2012; SCHULTER; VIEIRA-FILHO, 2017). Todo esse avanço fez a tilápia alcançar rapidamente o protagonismo na piscicultura brasileira, participando atualmente em 60% da produção total de peixes com 311,5 mil toneladas de tilápia e com presença em todas as regiões, sobretudo no Sul e Nordeste, os quais sozinhos detém mais 65% do total da piscicultura no Brasil (SIDRA, 2019).

O Norte é a região que apresenta menor produção de tilápia no Brasil com 413,6 toneladas, em que, mesmo estando presente na maioria dos Estados, somente a tilapicultura paraense responde por 63,5% do montante da produção regional (SIDRA, 2019). No estado do Pará a tilápia é a principal espécie não nativa de interesse comercial aos piscicultores e com presença na maioria dos municípios paraense. A produção do Estado para a tilápia no ano de 2018 ficou em 262,8 toneladas, correspondendo a 1,9% do total de peixes produzidos, e registra um crescimento de aproximadamente 13% em relação ao ano anterior (BRABO et. al, 2016b; SIDRA, 2017; SIDRA, 2019).

A tilapicultura é vista como a atividade precursora da piscicultura paraense, considerando-se que seu início se deu na década de 1970 quando imigrantes japoneses trouxeram do DNOCS alguns exemplares da tilápia nilótica para povoamento de reservatórios particulares, onde o cultivo era praticado de forma incipiente com destino para alimentação

familiar e irrigação agrícola. A atividade passou a aspirar cunho comercial a partir da década de 1980 graças a ações de fomento do Estado, como fornecimento de formas jovens hibridizadas do cruzamento entre *Oreochromis hornorum* e tilápia nilótica, bem como orientação técnica para manejo e ordenamento de tilapiculturas comunitária (BRABO et al., 2016c; BRABO; FERREIRA; VERAS, 2016).

Contudo, a atividade foi impactada diretamente com a Lei estadual n° 6.713 de 2005 que passou a considerar a produção de espécies exóticas em sistemas abertos como atividade ilegal no território paraense, mas, como não houve definição sobre outras possibilidades para o cultivo dessas espécies, a tilapicultura ficou proibida para todos os sistemas de produção (PARÁ, 2005). Mesmo com a legislação, a atividade tem continuado presente no Estado, ocorrendo de forma extensiva em viveiros escavados utilizando a tilápia tanto como espécie secundária em policultivo quanto como peixe forrageiro para alimentação de carnívoros ou, ainda, em menor expressão, de forma intensiva em monocultivo com tanque-redes de pequeno volume (SILVA et al., 2010; DE-CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013; O' DE ALMEIDA JUNIOR; SOUZA, 2013; BRABO et al., 2016c).

Posteriormente, a definição dos critérios para produção de espécies exóticas no estado do Pará foi promulgada na Resolução COEMA n° 143 de dezembro de 2018, a qual define como condição para o cultivo de exóticos a utilização de sistema fechado (PARÁ, 2018). Esta normativa, mesmo causando divergência por não estar alinhada à realidade produtiva do Estado, abriu a possibilidade para regularização daqueles que praticam a atividade na obscuridade ou, ainda, à futuros empreendedores que queiram investir na tilapicultura paraense. Entre as tecnologias mais populares em sistema fechado está a tecnologia de Bioflocos, a qual tem como característica principal o baixo descarte de efluentes e o controle maior das variáveis da produção, uma vez que ocorre pouca ou nenhuma troca de água no ciclo produtivo (AVNIMELECH, 1999; 2012).

O princípio da tecnologia de bioflocos é baseado no aumento da relação carbono e nitrogênio (C:N) com o objetivo de promover o crescimento de bactérias heterotróficas, as quais transformam o composto amoniacal presente no ambiente em biomassa bacteriana. Juntamente com o crescimento heterotrófico, ocorre a retenção de rejeitos, restos de ração e o desenvolvimento de outros organismos como protozoário, nitrificantes e zooplâncton, os quais se agrupam e formam os flocos microbianos. Estes conglomerados de microrganismos, além de melhorar a qualidade de água, servem como alimento natural endógeno para a espécie produzida, tornando a produção mais sustentável e biossegura (AVNIMELECH, 1999; 2012).

Apesar de comprovada viabilidade técnica em indicadores de desempenho zootécnico nos cultivos de tilápia em sistema de bioflocos para diferentes regiões do Brasil (LIMA et al., 2015; BROL et al., 2017; CAVALCANTE et al., 2017), a produção neste sistema demanda de um nível tecnológico e mão de obra técnica treinada superior aos de sistemas convencionais, podendo elevar o risco de investimento para esse essa atividade (REGO et al., 2017). Em vista disso, a análise de viabilidade econômica constitui-se como um elemento indispensável para a tomada de decisão no emprego do capital na piscicultura (PONTES; FAVARIN, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a tilapicultura no estado do Pará a partir de aspectos legais e tecnológicos, evidenciando a viabilidade técnica e econômica da atividade com base nas exigências do novo marco regulatório.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o cenário atual da tilapicultura no território paraense, bem como discorrer sobre as modalidades de produção adotadas comercialmente e analisar suas perspectivas de regularização frente à nova legislação;
- Avaliar a viabilidade econômica da produção de tilápia em sistema de bioflocos no território paraense.

3 JUSTIFICATIVA

A tilápia é a principal espécie não nativa da piscicultura paraense e sua importância fica evidente quando se observa que a atividade está presente na maioria dos municípios do território (SIDRA, 2017). Contudo, pouco se conhece sobre a atividade no estado, uma vez que a grande maioria das informações disponíveis são genéricas e tratam de questões relacionadas a piscicultura paraense como um todo. Embora a espécie tenha sido relatada em diversos estudos, a grande maioria não trata das particularidades das modalidades de tilapicultura (DE-CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013; O' DE ALMEIDA JUNIOR; SOUZA, 2013; OLIVEIRA; SOUZA; MELO, 2014; BRABO et al., 2016c; BRABO; FERREIRA; VERAS, 2016).

O trabalho mais relevante ao entendimento da tilapicultura no estado refere-se a Brabo et al. (2020), o qual informa com base em dados secundários as modalidades de tilapicultura praticadas no território paraense. Contudo, as informações da literatura supracitada não possibilitam o entendimento da funcionalidade intrínseca de cada modalidade de tilapicultura adotada comercialmente, muito menos da representatividade em termos de distribuição e volume de produção, o que inviabiliza um prognóstico mais profundo das particularidades da atividade.

Quanto aos aspectos legais para a tilapicultura, a literatura refere-se exclusivamente a Lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005, a qual considera como atividade ilegal o cultivo de espécies exóticas em sistemas abertos no estado (PARÁ, 2005; BRABO et al., 2015; 2016c; 2017; 2020). Entretanto, a atividade sofreu mudanças nos aspectos normativos que norteiam a tilapicultura no estado, uma vez que entrou em vigor a Resolução COEMA nº 28 de 20 de dezembro de 2018 que estabelece diretrizes para produção em sistema fechado (PARÁ, 2018). Desse modo, a recente mudança nos atos normativos precisa ser analisada na sua essência, explorando as perspectivas para aplicação no estado em paralelo às diretrizes impostas em estados vizinhos.

Além disso, o novo marco regulatório expõe a necessidade de analisar a viabilidade econômica da implementação de um empreendimento no estado nos moldes das diretrizes do ato, uma vez que a demanda tecnológica e estrutural presente difere totalmente da realidade no estado. Além disso, os únicos trabalhos relacionados à temática no estado se restringem exclusivamente ao tanque-rede (BRABO et al., 2015; 2016a; 2017) e, quando se observa a literatura a nível nacional, há carência de informações sobre os aspectos econômicos que tragam maior segurança para investimento para a tilapicultura na tecnologia de bioflocos.

Portanto, observa-se uma demanda de informações fundamental para o entendimento da prática da tilapicultura no estado do Pará e o presente estudo buscará suprir parte dessa escassez com base nas seguintes informações: 1) Demonstração do cenário atual expondo a representatividade da espécie em termos produtivos e sua distribuição no território paraense, a exploração técnico-estrutural das tipologias de produção adotadas comercialmente, bem como as perspectivas para estas modalidades frente ao novo marco regulatório, e 2) avaliação econômica e da rentabilidade na implantação de uma tilapicultura em sistema de bioflocos no estado aos moldes do novo marco regulatório da atividade.

De posse dessas informações, os resultados expostos neste documento poderão auxiliar na tomada de decisão e no implemento de políticas públicas por parte dos gestores do estado ou, ainda, contribuir com informações à investidores que buscarem fomentar a atividade, o que, para ambos os casos, consistiria em uma importante iniciativa para o processo de crescimento e desenvolvimento da tilapicultura no estado do Pará.

REFERÊNCIAS

- ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, 18(6), 437-443, 2011.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology** - a practical guide book. 2a ed. Louisiana: The World Aquaculture Society, 272p., 2012.
- AVNIMELECH, Y. C/N ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, p.227–235, 1999.
- BITTENCOURT, L. S.; LEITE-SILVA; U. R.; SILVA, L. M. A.; TAVARES-DIAS, M. Impact of the invasion from Nile tilapia on natives Cichlidae species in tributary of Amazonas River, Brazil. **Biota Amazônia**, 4(3), 88-94, 2014.
- BRABO, M. F.; COSTA, M. W. M.; PAIXÃO, D. J. M. R.; COSTA, P. W. J.; VERAS, C. G. Potencial invasor de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Magistra**, 27(2), 227-234, 2015.
- BRABO, M. F.; FRANÇA, F. A.; PAIXÃO, D. J. M. R.; COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V. VERAS, G. C. Avaliação econômica da produção de espécies alternativas à tilápia em pisciculturas no nordeste paraense. **Informações Econômicas**, 46(2), 16-23, 2016a.
- BRABO, M. F. PEREIRA, L. F. S.; COSTA, J. W. P.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, 46(4), 2016c.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 4(2), 50-58, 2016b.
- BRABO, M. F., FERREIRA, L. A., VERAS, G. C. Aspectos históricos do desenvolvimento da piscicultura no Nordeste paraense: trajetória do protagonismo a estagnação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 9(3), 595-615, 2016d.
- BRABO, M. F.; PAIXÃO, D. J. M. R.; MESQUITA, R. L.; COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Viabilidade econômica da criação de tilápia em tanques-rede no Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Custos e @gronegócio on line**, 13, Edição Especial, 284-303, 2017.
- BRABO, M. F.; MATOS, S. C. N.; SERRA, R. H. P. F.; COSTA, B. G. B.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A tilapicultura no estado do Pará, Amazônia. **Informações Econômicas**, 50(1), 1-11, 2020.
- BROL, J.; PINHO, S. M.; SGNAULIN, T.; PEREIRA, K. R.; THOMAS, M. C.; MELLO, G. L.; MIRANDA-BAEZA, A.; EMERENCIANO, M. G. C. Tecnologia bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápia efeito da linhagem e densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, 66(254), 229-235, 2017.

- CANONICO, G. C.; ARTHINGTON, A.; MCCRARY, J. K.; THIEME, M. L. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 15(5), 463–483, 2005.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: **FUNEP**, 189 p., 1992.
- CAVALCANTE, D. H.; LIMA, F. R. S.; REBOUCAS, V. T.; CARMO E SÁ, M. V. Nile tilapia culture under feeding restriction in bioflocs and bioflocs plus periphyton tanks. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, 39(3), 223-228, 2017.
- DE-CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, 56(1), 1-6, 2013.
- FITZSIMMONS, K. 2006. Prospect and potential for global production. In: LIM, C. E.; WEBSTER, C. D. (ED). **Tilapia: Biology, Culture and Nutrition**. Food Products Press. p. 51-72.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Roma: FAO yearbook. 2018.
- GUPTA, M. V.; ACOSTA, B. O. A review of global tilapia farming practices. **WorldFish Center**, 9(1), 7-16, 2004.
- LAZARD, J. P. 1996. Which research for development of tilapia aquaculture in subSaharan Africa? p. 515-524. In: PULLIN, R. S. V.; LAZARD, J.; LEGENDRE, M.; AMON KOTHIAS J. B.; PAULY, D. (ed). **The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture**. ICLARM Conf. Proc. 41, 575p.
- LIMA, E. C. R.; SOUZA, R. L.; WAMBACH, X. F.; SILVA, U. L.; CORREIA, E. S. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de biofloco com diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, 16(4), 948-957, 2015.
- NOMURA, H. Vantagens e problemas da introdução de peixes alienígenas na piscicultura do Brasil. **Acta Amazônica**, 7(1), 144-147, 1977.
- O' DE ALMEIDA JÚNIOR, C. R. M.; SOUZA, R. A. L. Aquicultura no Nordeste paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, Belém, 13(1), 33-42, 2013.
- OLIVEIRA, A. S. C.; SOUZA, R. A. L.; MELO, N. F. A. C. Estado da Arte da Piscicultura na Mesorregião Sudoeste Paraense – Amazônia Oriental. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, 14(1), 33 - 38, 2015.
- PARÁ. **Lei Estadual nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará

PARÁ. 2006. **Decreto Estadual nº 2.020 de 24 de janeiro de 2006**. Regulamenta a Lei nº 6.713, de 25 de janeiro de 2005, que 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARÁ. **Resolução COEMA nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará

PONTES, F. A.; FAVARIN, S. Estudo de viabilidade econômica do empreendimento rural, denominado “piscicultura água doce” localizado no município de Presidente Prudente, extremo oeste do estado de São Paulo. **Revista NEAGRO**, 1(1), 28-37, 2013.

PRABU, E.; RAJAGOPALSAMY, C. B. T.; AHILAN, B.; JEEVAGAN, I. J. M. A.; RENUHADEVI, M. Tilapia – An Excellent Candidate Species for World Aquaculture: A Review. **Annual Research & Review in Biology**, 31(3), 1-14, 2019.

REGO, M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. 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, 2017.

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

SHELTON, W. L. 2002. Tilapia culture in the 21st century. In: GUERRERO, R. D. (Ed.) **Proceedings of the International Forum on Tilapia Farming in the 21st Century**. Los Baños, p. 1-28.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco. **Banco de dados: Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6938>>. Acesso em: dez de 2019.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco. **Banco de dados: Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>>. Acesso em: dez de 2019.

SILVA, A. M. C. B.; SOUZA, R. A. L.; MELO, Y. P. C.; ZACARDI, D. M., PAIVA, R. S. NAKAYAMA L. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião sudeste do Estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, 10(1), 55-65, 2010.

TENÓRIO, I. V.; SOARES, M. C. F.; LOPES, J. P. Desempenho comparativo em tanques-rede de três linhagens da tilápia do Nilo – *Oreochromis niloticus*: comum, chitralada e mestiço. **Biotemas**, 25(1), 65-72, 2012.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. 2004. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. TecArt, p. 239-266.

CAPITULO 1. CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA TILAPICULTURA NO ESTADO DO PARÁ FRENTE AO NOVO MARCO REGULATÓRIO DA ATIVIDADE¹

RESUMO

Um novo marco regulatório para o cultivo de espécies exóticas em empreendimentos aquícolas no estado do Pará foi estabelecido pela Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018. Esta norma jurídica influencia principalmente os produtores de tilápia *Oreochromis spp.*, que desde a publicação da Lei Estadual n° 6.713 de 25 de janeiro de 2005 não tinham como regularizar seus empreendimentos perante os órgãos ambientais. O objetivo deste estudo foi apresentar o cenário atual da tilapicultura no território paraense, bem como discorrer sobre as modalidades de produção adotadas comercialmente e analisar suas perspectivas de regularização frente à nova legislação. Os dados relativos ao número de empreendimentos, produção e valor da produção foram obtidos junto ao IBGE. A caracterização das modalidades de produção ocorreu por meio de observações de campo e entrevistas com piscicultores em dezembro de 2019, contemplando iniciativas de produção em viveiro escavado, tanque-rede e tanque suspenso em sistema de bioflocos. As informações obtidas foram confrontadas com as exigências da nova norma jurídica e analisadas no tocante a possibilidade de regularização. Segundo dados do Censo Agropecuário 2017 havia 3.089 iniciativas de tilapicultura distribuídas em 124 municípios paraense, com a maior concentração ocorrendo nas regiões hidrográficas Tocantins-Araguaia, Amazônica e Atlântico Nordeste Ocidental, respectivamente. Constatou-se que a produção de tilápia foi de 262,8 toneladas em 2018, o que correspondeu a 2% do total estadual e um valor da produção de R\$ 2,5 milhões. Dentre as modalidades analisadas, apenas os tanques suspensos em sistema de bioflocos apresentavam viabilidade técnica para atendimento das exigências do novo marco regulatório. Concluiu-se que a tilapicultura é incipiente em volume e técnicas de produção e que o novo marco regulatório diverge das normativas empregadas em estados contidos na mesma realidade hidrográfica.

Palavras-chave: piscicultura; Pará; espécie exótica; legislação; *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

New legislation for the use of exotic species in aquaculture in the Pará State was established by COEMA Resolution n° 143 of December 20, 2018. This legal rule influences mainly the producers of tilapia *Oreochromis spp.*, which since the publication of the State Law n° 6,713 of January 25, 2005 could not regularize their initiatives before the environmental agencies. The objective of this study was to present the current scenario of tilapia farming in the Pará State, as well as to discuss the production modalities adopted commercially and to analyze their prospects of regularization in view of the new legislation. Data on the number of tilapia farming, production and production value were obtained from IBGE. The characterization of the production modalities took place through field observations and interviews with fish farmers in December 2019, contemplating initiatives of farming in ponds, net cages and suspended tanks in biofloc system. The information obtained was confronted with the requirements of the new legislation and analyzed regarding the possibility of regularization. According to data from the 2017 Census Agriculture, there 3,089 tilapia farming initiatives distributed in 124 cities from Pará, with the largest concentration occurring in the Tocantins-Araguaia, Amazônica and Atlântico Nordeste Ocidental hydrographic regions, respectively. It was found that the production of tilapia in the Pará State was 262.8 tons in 2018, which corresponded to 2% of the

¹Artigo aceito para publicação na revista Desenvolvimento e Meio Ambiente.

state total and a production value R\$ 2.5 million. Among the analyzed modalities, only the suspended tanks in biofloc system presented technical viability to meet the requirements of the new legislation. It was concluded that tilapia farming is incipient in amount and production techniques and that the new legislation differs from the regulations used in states contained in the same hydrographic reality.

Keywords: fish farming; Pará state; exotic specie; legislation; *Oreochromis niloticus*.

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado foi de 172,6 milhões de toneladas em 2017, com 46,5% deste total sendo oriundo da aquicultura. Desta modalidade agropecuária, a piscicultura continental é o ramo mais desenvolvido no planeta e a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) foi a terceira espécie mais produzida neste ano, com 4,1 milhões de toneladas, atrás apenas da carpa capim *Ctenopharyngodon idellus* (Valenciennes, 1844) e da carpa prateada *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844). Os países que se sobressaíram neste cenário foram: a China, a Indonésia, o Egito e o Brasil (FAO, 2019).

No Brasil a tilápia é a principal espécie da piscicultura continental e responde pela parcela de 281,2 mil toneladas, o que representa 49,9% do total da aquicultura nacional. As regiões Sul e Sudeste são os principais produtores de tilápia no país e são impulsionadas pelos estados do Paraná e São Paulo, os quais respondem por 92,3 e 42,7 mil toneladas, respectivamente, tornando-os maiores produtores da espécie. No caso do Norte, a região apresenta menor expressão na produção de tilápia do país e, dentre os sete estados que compõem a região, Rondônia, Amazonas e Roraima não possuem comercialização declarada (SIDRA, 2019; PEIXE-BR, 2020).

O estado do Pará detém mais da metade da produção de tilápia apresentada na região Norte, tornando-o principal produtor tanto em volume produzido quanto em número de empreendimentos. As iniciativas de produção na grande maioria exercem a atividade em regime familiar e em pequenos reservatórios hídricos, características estas que se enquadram nas diretrizes da Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006 que estabelece a política nacional da agricultura familiar (BRASIL, 2006; SIDRA 2019; BRABO et al., 2020).

A introdução da espécie no estado paraense ocorreu na década de 1970, o qual foi incentivada por mais de três décadas pelos órgãos governamentais de fomento e assistência técnica. Contudo, a partir da Lei Estadual nº 6.713 publicada em 25 de janeiro de 2005, o cultivo de espécies exóticas em sistemas aberto passou a ser considerado como atividade ilegal (PARÁ, 2005; BRABO et al., 2015; 2020; SIDRA, 2019). A falta de clareza na legislação sobre os

conceitos de sistema de produção provocou interpretações divergentes e inviabilizaram a regularização junto ao órgão ambiental estadual no período de 2005 a 2018.

A edição da Resolução nº 28 de 20 de dezembro de 2018 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) foi o marco mais recente para a piscicultura no estado e possibilitou a regularização de empreendimentos de tilapicultura exclusivamente em sistemas fechado de produção (PARÁ, 2006; 2018). Entre as justificativas para o ato está o princípio da precaução, o qual visa impedir a dispersão da espécie em cursos d'água naturais do território paraense, dado os impactos ambientais que poderiam ser gerados pelo estabelecimento de sua população, como diminuição de estoques pesqueiros e perda da biodiversidade (ATTAYDE et al., 2011; BITTENCOURT et al., 2014; BRABO et al., 2015).

Neste contexto, cabe enfatizar que mesmo de forma irregular, diversos piscicultores continuaram a investir na produção de tilápia no estado do Pará, principalmente pela rentabilidade superior em tanques-rede em relação a espécies nativas e sua eficiência como peixe forrageiro vivo para carnívoros (BRABO et al., 2016a; 2017; 2020). Contudo, pouco se conhece sobre a atividade no estado, sobretudo relacionada aos aspectos legais, uma vez que a grande maioria das informações são genéricas e subproduto de estudos mais amplo sobre a piscicultura no estado (DE-CARVALHO et al., 2013; O' DE ALMEIDA-JUNIOR; SOUZA, 2013; OLIVEIRA et al., 2014; BRABO et al., 2016c; BRABO et al., 2016d).

A edição do novo marco regulatório desperta a necessidade em trazer a discussão os elos que envolvem a cadeia da tilapicultura no estado, enaltecendo aspectos que podem servir de ferramenta para a tomada de decisão dos órgãos de governo e futuros investidores. Portanto, o objetivo deste estudo foi apresentar o cenário atual da tilapicultura no estado do Pará, bem como discorrer sobre as modalidades de produção adotadas comercialmente e analisar suas perspectivas de regularização frente ao novo marco regulatório da atividade.

2 EVOLUÇÃO DO MARCO REGULATÓRIO DA AQUICULTURA COM ESPÉCIES EXÓTICAS NO BRASIL E NO ESTADO DO PARÁ

Em 1992, o Brasil assinou um tratado da Organização das Nações Unidas (ONU) denominado Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que se constitui em um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados ao meio ambiente e prevê a conservação da biodiversidade, seu uso sustentável e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos. No território nacional, a regulamentação deste ato ocorreu por meio do Decreto Federal nº 2.519 de 16 de março de 1998 (BRASIL, 1998a).

Um dos efeitos desta legislação foi a edição da Portaria do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) nº 145 de 29 de outubro 1998, que estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura. Esta norma jurídica definiu o termo “espécie exótica” como àquela de origem e ocorrência natural somente em águas de outros países, quer tenha ou não já sido introduzida em águas brasileiras. Estabeleceu, ainda, a denominação “espécie alóctone” para àquelas de origem e ocorrência natural em águas de Unidade Geográfica Referencial (UGR) que não a considerada (BRASIL, 1998b).

Neste contexto, UGR corresponde à área abrangida por uma bacia hidrográfica ou, no caso de águas marinhas e estuarinas, faixas de águas litorâneas compreendidas entre dois pontos da costa brasileira. Esta definição serviu de parâmetro para elaboração dos anexos da portaria, que listaram as espécies exóticas e alóctones detectadas em todas as bacias hidrográficas brasileiras, constatações que inclusive foram atualizadas pela Portaria IBAMA nº 27 de 22 de maio de 2003 (BRASIL, 1998b; 2003a).

A norma supracitada balizou a edição do Decreto Federal nº 4.895 de 25 de novembro de 2003, que dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d’água de domínio da União para fins de aquicultura e estabelece a seguinte condição:

Art. 8º: Na exploração da aquicultura em águas continentais e marinhas, será permitida a utilização de espécies autóctones ou de espécies alóctones e exóticas que já estejam comprovadamente estabelecidas no ambiente aquático, onde se localizará o empreendimento (BRASIL, 2003b).

No cenário estadual, o Pará editou uma legislação mais restritiva do que as apresentadas no âmbito federal, a qual foi evidenciada pela Lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005, que dispõe sobre sua política pesqueira e aquícola e em seu Artigo 29º considera o cultivo de espécies exóticas em sistemas aberto como atividade ilegal. Contudo, a lei supracitada e o Decreto nº 2.020 de 25 de janeiro de 2006, que a regulamenta, não definiram o referido sistema, inviabilizando a regularização de iniciativas com essas espécies (PARÁ, 2005; 2006).

Na esfera federal, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 413 de 26 de junho de 2009, que estabelece critérios para o licenciamento da aquicultura no território nacional, trouxe maior clareza ao assunto.

Art. 3º - III: Espécie alóctone ou exótica: espécie que não ocorre ou não ocorreu naturalmente na Unidade Geográfica Referencial (UGR) considerada.

Art. 19º: O órgão ambiental licenciador poderá exigir do empreendedor a adoção de medidas econômica e tecnologicamente viáveis de prevenção e controle de fuga das espécies cultivadas, devendo estas medidas constarem obrigatoriamente como condicionantes das licenças emitidas (BRASIL, 2009a).

O Anexo III desta resolução possui um item a ser preenchido no cadastro do empreendimento aquícola, que exige as informações mínimas a serem apresentadas nas solicitações de licenciamento ambiental, com o seguinte título: “Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo”. Assim, as redações do artigo 19 e do Anexo III promoveram o entendimento de que o aquicultor é responsável pela manutenção dos espécimes no âmbito do cativeiro, devendo adotar barreiras que impeçam a disseminação das espécies que não apresentam ocorrência natural na UGR em questão (BRASIL, 2009a).

Essa posição foi corroborada na Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009, que dispõe sobre a política nacional de desenvolvimento sustentável da aquicultura e da pesca, conforme prevê o artigo abaixo:

Art. 22º: Na criação de espécies exóticas, é responsabilidade do aquicultor assegurar a contenção dos espécimes no âmbito do cativeiro, impedindo seu acesso às águas de drenagem de bacia hidrográfica brasileira (BRASIL, 2009b).

Mesmo com o aperfeiçoamento das diretrizes para cultivo de espécies exóticas, o estado do Pará permaneceu desalinhado com as normas federais e optando por uma legislação mais restritiva. Esta posição fica evidente na Instrução Normativa nº 04 de 10 de maio de 2013 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS), a qual define os processos para licenciamento ambiental de empreendimentos aquícolas no território. A norma não esclarece acerca dos sistemas de produção e, especificamente sobre o assunto, estabelece somente que empreendimentos de pequeno porte com espécies exóticas não são passíveis de dispensa de licenciamento ambiental (PARÁ, 2013).

Desta forma, o cenário da regularização estadual para piscicultura com espécies exóticas não sofreu qualquer alteração em função da nova norma jurídica. No âmbito municipal, Paragominas regulamentou a criação de espécies exóticas em sistema fechado em seu território por meio da Lei nº 961 de 17 de maio de 2018, elucidando as definições pendentes na legislação estadual (PARAGOMINAS, 2018).

Essa iniciativa e a sua perspectiva de propagação para outros municípios provavelmente motivaram o estado a editar a Resolução COEMA nº 143 de 20 de dezembro de 2018, que

dispõe sobre as diretrizes para o cultivo de espécies exóticas em empreendimentos aquícolas no Pará. Nesta resolução foi possível o entendimento de conceitos pendentes, conforme elucidado nos seguintes parágrafos:

Art. 2º Para efeitos desta norma, entende-se por:

III – sistema aberto: é o sistema em que o corpo hídrico superficial é diretamente utilizado como local de cultivo;

IV – sistema parcialmente fechado: é o sistema em que a água é captada de uma fonte hídrica até uma infraestrutura de cultivo localizada em bases terrestres, havendo lançamento do efluente em corpo hídrico superficial;

V – sistema fechado: é o sistema em que a água é captada de uma fonte hídrica até a infraestrutura de cultivo localizada em bases terrestres, sem que haja lançamento do efluente em corpo hídrico superficial (PARÁ, 2018).

A resolução apresenta como exigência para regularização dos empreendimentos a adoção de sistema fechado de produção, bem como a aplicação de medidas que visem o controle da espécie no cativeiro:

Art. 3º O órgão ambiental competente autorizará o cultivo de espécies exóticas em sistemas fechados, observados, no mínimo, os seguintes critérios:

I – obtenção e produção de peixes com reversão sexual certificada, quando houver técnica disponível e economicamente viável para a espécie;

II – os viveiros e tanques contendo animais exóticos devem possuir proteção para evitar ação de aves predadoras; e

III – destinação adequada de resíduos e efluentes (PARÁ, 2018).

No caso dos empreendimentos que adotam sistema parcialmente fechado, a norma condiciona a regularização à aprovação prévia da tecnologia a ser empregada, comprovando sua eficácia na manutenção da espécie restritamente ao ambiente de cultivo:

Art. 4º O órgão ambiental estadual competente poderá autorizar o cultivo de espécies exóticas em empreendimentos que adotam sistemas parcialmente fechados para validação de propostas técnicas que visem assegurar a contenção dos organismos cultivados no local de confinamento e evitem propagação de espécies exóticas para o ambiente natural.

§ 1º A aplicação das propostas técnicas referidos no *caput* deste artigo, poderá ser acompanhada por instituição pública de ensino e/ou pesquisa, com atuação reconhecida na área de aquicultura, pelo órgão ambiental estadual e pelas instituições estaduais de fomento e extensão.

§ 2º As propostas técnicas reconhecidas e validadas pela instituição pública de ensino e/ou pesquisa, pelo órgão ambiental estadual e pelas instituições estaduais de fomento e extensão serão submetidas à regulamentação através de Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente para serem aplicadas em território estadual (PARÁ, 2018).

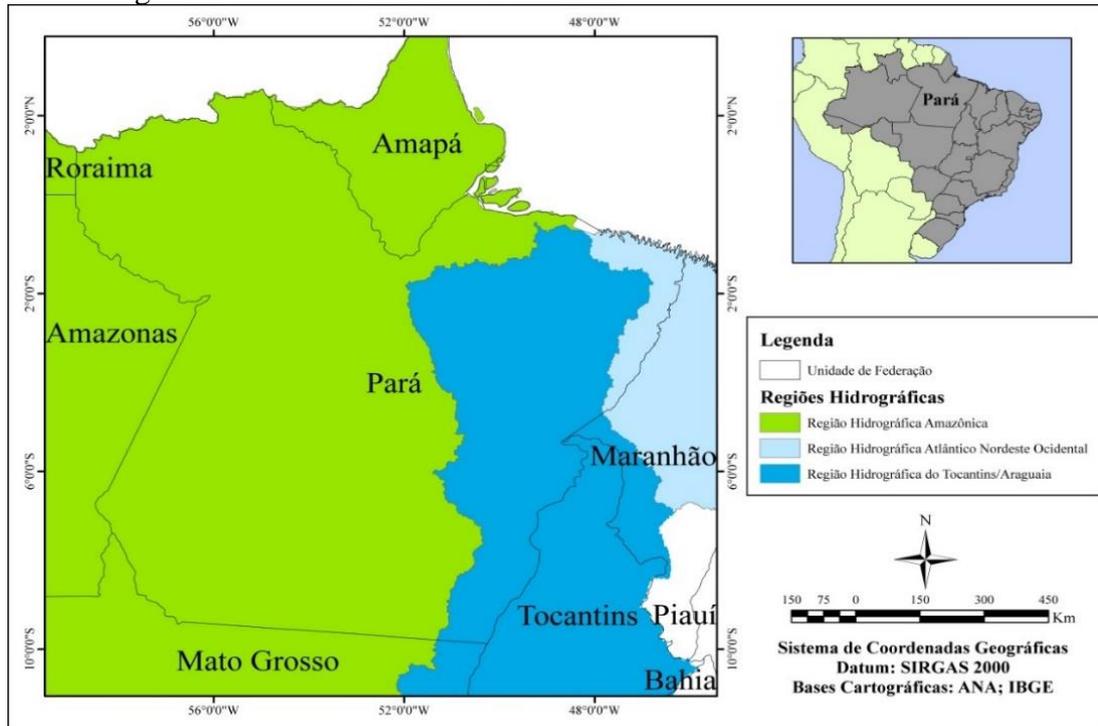
As iniciativas que empregam o sistema aberto de produção continuam impossibilitadas de regularização no estado do Pará, valendo-se do artigo 29 da Lei de nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005 que considera a prática como atividade ilegal. As propostas técnicas para o licenciamento ambiental da tilapicultura deverão ser submetidas em acordo aos termos estabelecidos na Instrução Normativa nº 04 de 10 de maio de 2013, observando o porte e o possível impacto do estabelecimento (PARÁ, 2005; 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estado do Pará está situado na região Norte do Brasil e apresenta uma extensão territorial de 1.245.759 km², a segunda maior do país. É dividido em 144 municípios, sua capital é Belém (01°27'18" S; 48°30'09" W) e apresenta população estimada de 8.602.865 milhões de habitantes em 2019 (IBGE, 2019). O território possui uma privilegiada disponibilidade hídrica, sendo contemplado por três regiões hidrográficas de águas continentais: Amazônica, Tocantins-Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental (Figura 1) (BRASIL, 2003c). Esta condição, somada ao clima adequado para a produção de espécies de peixes tropicais ao longo do ano inteiro, a diversidade de espécies com potencial zootécnico e mercadológico, bem como o elevado consumo per capita de pescado, conferem ao Pará uma distinta vocação para a piscicultura (BRABO et al., 2016b).

Figura 1. Mapa territorial do estado do Pará inserido nas regiões hidrográficas Amazônica, Tocantins/Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar disso, no ano de 2017 a produção piscícola paraense foi de 13,5 mil toneladas e movimentou cerca de R\$ 110 milhões, assumindo apenas a décima terceira colocação no ranking nacional. A piscicultura tem sido praticada predominantemente por mão de obra familiar com baixo nível de escolaridade, os quais a exercem como uma fonte de renda complementar e com mínimo grau de profissionalismo. Observa-se, ainda, que grande maioria não têm acesso a recursos financeiros e operam sem regularização, que somados a deficiência de organização social da cadeia e de políticas públicas, refletem em nível de competitividade aquém do potencial do estado (DE-CARVALHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; ZACARDI et al., 2017; VIANA et al., 2018; SIDRA, 2019).

De maneira geral, as pisciculturas paraense são de pequeno porte com criação de peixes redondos em viveiros escavados, como o tambaqui *Colossoma macropomum*, a pirapitinga *Piaractus brachypomus* e os híbridos tambacu *Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* e tambatinga *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Além dessas, são produzidas em menor escala o piauçu *Leporinus macrocephalus*, o curimatã *Prochilodus nigricans*, o matrinxã *Brycon amazonicus*, o pintado amazônico *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*, o pirarucu *Arapaima gigas* e a tilápia *Oreochromis* spp. (BRABO et al., 2016b; SIDRA, 2019; PEIXE-BR, 2020).

No caso da tilápia, os municípios de Capitão Poço (01°44'47" S 47°03'57" W) e Paragominas (02°59'51" S 47°21'13" W) se destacam no cenário paraense. Em Capitão Poço, a tilápia é a espécie preferida da piscicultura e nos últimos anos tem acumulado o maior volume de produção da espécie no estado. No caso de Paragominas, embora não disponha de dados da produção para a espécie, este é o único município paraense que apresenta um ato normativo próprio para regularização da tilápia e, ainda, é o maior produtor de peixes do estado, dispondo de uma das cadeias de piscicultura mais bem estruturada (BRITO et al., 2017; PARAGOMINAS, 2018; SIDRA, 2019).

3.2 Coleta e Análise de dados

A coleta de dados para a caracterização do cenário atual da tilapicultura no estado do Pará teve início a partir de um levantamento de dados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com consulta ao Censo Agropecuário de 2017 e à Produção da Pecuária Municipal (PPM) dos anos de 2014 a 2018 por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), visando obter o número de empreendimentos que utilizavam a espécie, a produção e seu valor monetário correspondente. Este órgão é o responsável pela estatística oficial da aquicultura brasileira desde 2013 e a disponibiliza por município, bem como georreferencia e caracteriza os estabelecimentos rurais a cada dez anos por meio do Censo Agropecuário.

Posteriormente, efetuou-se uma revisão da literatura disponível acerca da criação de tilápia no estado do Pará e consulta a piscicultores, comerciantes e especialistas do setor com atuação nas áreas de pesquisa e extensão, visando identificar as modalidades de produção adotadas pelos piscicultores, suas características e, principalmente, sua localização, dada a dificuldade de acesso devido a predominância de iniciativas em condição irregular de operação. Essas informações balizaram visitas a iniciativas comerciais em dezembro de 2019, para observações de campo e entrevistas semiestruturada com os proprietários que abordaram aspectos tecnológicos e econômicos, como: instalações zootécnicas, produção, produtividade, manejo, custo de produção, preço de primeira comercialização e mercado consumidor.

A seleção dos empreendimentos analisados ocorreu de forma a viabilizar a exposição em caráter fundamentalmente qualitativo e descritivo das particularidades da atividade no estado do Pará em relação ao restante do país e contemplar todas as modalidades praticadas comercialmente: tanques-rede, viveiros escavados e tanques suspensos em sistema de bioflocos. Para isso, foram visitadas três iniciativas que podem ser consideradas emblemáticas,

uma no município de Capitão Poço, Nordeste paraense, e duas no município de Paragominas, Sudeste paraense.

A piscicultura selecionada em Capitão Poço utiliza a tilápia desde a década de 1980 e apresenta uma produção anual de aproximadamente 30 toneladas da espécie, exclusivamente em tanques-rede, o que provavelmente lhe garante o primeiro lugar no ranking estadual. Em Paragominas, uma das iniciativas escolhidas é a única com produção de alevinos revertidos sexualmente no território e a pioneira no uso de tanques suspensos com sistema de bioflocos, enquanto a outra faz engorda em viveiros escavados para comercialização e a utiliza como peixe forrageiro vivo para alimentação de pirarucu, o que representa a realidade da maioria dos tilapicultores paraense (BRABO et al., 2020).

Dispondo dos dados primários e secundários, inicialmente, foi realizado o ordenamento do número de empreendimentos, produção e valor monetário de cada município por região hidrográfica, considerando a distribuição de acordo com os mapas da Agência Nacional de Águas (ANA), o que possibilitou caracterizar a prática da atividade no território paraense por UGR (ANA, 2019). Em seguida, as informações obtidas em campo acerca das modalidades de produção foram dispostas de forma descritiva e argumentadas com base na literatura disponível. Por fim, as modalidades foram confrontadas com as exigências da Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018 e analisadas em caráter essencialmente qualitativo quanto a possibilidade de regularização (MALTERUD, 2015; Pará, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cenário atual da tilapicultura no estado do Pará

4.1.1 Caracterização da estrutura de produção

O Censo Agropecuário do IBGE no ano de 2017 identificou um total de 3.089 estabelecimentos rurais com criação de tilápia em 124 municípios paraenses, com a região hidrográfica Tocantins-Araguaia apresentando a maior concentração de empreendimentos, seguida pela Amazônica e pela Atlântico Nordeste Ocidental, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Número de empreendimentos e de municípios praticando tilapicultura no estado do Pará por região hidrográfica no ano de 2017.

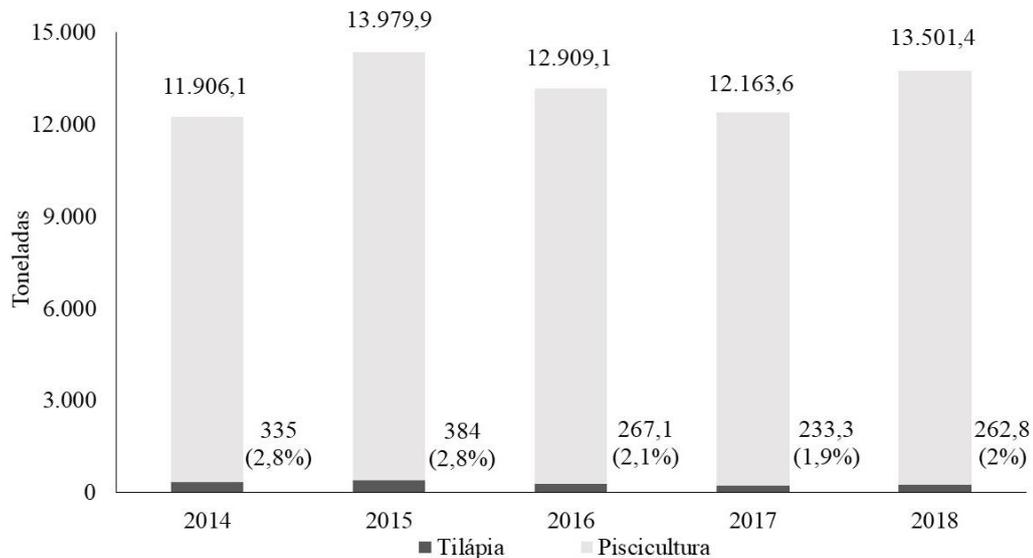
Região hidrográfica	Número de empreendimentos	%	Número de municípios	%
Amazônica	671	21,7	27	21,8
Tocantins-Araguaia	2.044	66,2	70	56,4
Atlântico Nordeste Ocidental	374	12,1	27	21,8
Total	3.089	100	124	100

Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

Do número de iniciativas identificadas de tilapicultura, 76,9% dos estabelecimentos são enquadrados como empreendimento familiar rural, embasados na Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais. No caso da aquicultura, além dos critérios gerais da propriedade e da operacionalização de suas atividades produtivas, o porte das iniciativas considerado é de até dois hectares no caso de reservatórios hídricos ou até 500 m³ de tanques-rede (BRASIL, 2006).

Constatou-se que a produção de tilápia no estado do Pará variou de 233,3 a 384 toneladas entre 2014 e 2018, o que correspondeu entre 1,9 e 2,8% do total da piscicultura paraense, respectivamente (Figura 2). Ao considerar o dado mais recente, nota-se que o volume de 262,8 toneladas em 2018 foi incipiente em relação à produção nacional de tilápia, que foi de 311,5 mil toneladas, no entanto representou 63,5% do total da Região Norte, em que os sete estados somaram 413,6 toneladas (SIDRA, 2019).

Figura 2. Participação da produção de tilápia *Oreochromis* spp. em relação ao total da piscicultura no estado do Pará entre 2014 e 2018.



Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

No cenário da piscicultura paraense, a tilápia perde espaço para os peixes nativos, especialmente para o tambaqui, o qual assume 62,9% do total da produção estadual. Este cenário é uma realidade da região Norte como um todo, onde os peixes redondos são as espécies alvo da piscicultura enquanto que a tilápia tem pouco expressividade, possivelmente por apresentar atos normativos mais restritivos que no resto do Brasil. No restante do país a tilápia é a principal espécie da piscicultura, excetos no estado do Rio Grande do Sul em que é baseada

em carpas e no Mato Grosso que a tilápia divide espaço com o tambaqui (SIDRA, 2019; PEIXE-BR, 2020).

De acordo com os dados da Produção da Pecuária Municipal do IBGE, 46 municípios paraenses produziram tilápia em pelo menos um ano do período de 2014 a 2018. Neste contexto, os municípios da região hidrográfica Tocantins-Araguaia foram responsáveis pela maior parcela da produção estadual em 2018, seguida pelas regiões Atlântico Nordeste Ocidental e Amazônica.

Dos 24 municípios inseridos na região hidrográfica Tocantins-Araguaia com produção de tilápia, 15 apresentaram números decrescente no período. Água Azul do Norte, Garrafão do Norte e Capitão Poço assumiram protagonismo em termos de volume produzido, enquanto Garrafão do Norte, Abaetetuba e Xinguara destacaram-se em relação à incremento da produção (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Tocantins-Araguaia.

Município	Produção anual (toneladas)					Variação 2014-2018 (%)	Valor em 2018 (mil R\$)
	2014	2015	2016	2017	2018		
Abaetetuba	5	-	20	17	15	200	75
Abel Figueiredo	6	5,8	4,8	3,5	-	-	-
Acará	9,9	11	6	4,9	5	- 49,5	48
Água Azul do Norte	30,6	21,4	21,9	50,1	45,1	47,3	541
Barcarena	3	3	5	2	2,1	- 30	15
Benevides	-	-	3,5	3	2,9	-	29
Breu Branco	-	1	1	1,2	-	-	-
Capitão Poço	51,4	100	60	10	30	- 41,6	300
Castanhal	13	14,6	12	13	15	15,4	113
Conceição do Araguaia	1,5	2	-	-	-	-	-
Floresta do Araguaia	36,1	33,1	-	-	-	-	-
Garrafão do Norte	2,1	3	3	5	40	1.851,2	400
Goianésia do Pará	30	35	30	1,5	2,2	- 92,7	20
Jacundá	1	1,6	1,5	1,7	-	70	-
Marabá	-	20	16,5	17	15	- 25	90
Moju	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	-	3
Novo Repartimento	-	-	-	-	1	-	10
Ourém	-	5	2	5	4,6	-	48
Pau D'Arco	2,5	2,3	-	-	-	-	-
Piçarra	5,1	4,5	2,7	2,7	2,2	- 57,2	24
Redenção	2,6	2,4	0,5	1,1	1	- 60,6	9
Sapucaia	1	1	-	-	-	-	-
Tucuruí	2	2,5	2	2	-	-	-
Xinguara	8	12	15	18	23,4	192,5	257

Total	211,2	281,8	207,9	159,1	205	-	1.982
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------	----------	--------------

Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

Conforme constatado, o volume de produção e o número de empreendimentos de tilapicultura estão concentrados sobretudo na região Tocantins-Araguaia. Observa-se que esta tendência se aplica a piscicultura como um todo, uma vez que 47,9% de todo peixe produzido no estado está presente na referida bacia hidrográfica, o que possivelmente representa a região com a cadeia produtiva mais desenvolvida no estado (SIDRA, 2019). Desse modo, a produção de tilápia no Tocantins-Araguaia pode ser um reflexo natural do desenvolvimento e diversificação da atividade na região ou, ainda, graças a rusticidade que a espécie dispõe, como forma de agregar na alimentação de peixes carnívoros e como espécie secundária na produção de redondos (BRABO et al., 2016b; BRABO et al., 2020).

Nos 13 municípios da região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental com produção de tilápia, Peixe-boi, Capanema e Igarapé-Açu apresentaram os números mais significativos em 2018, com 10,5, 8,5 e 6 toneladas, respectivamente. Entre 2014 e 2018, apenas Igarapé Açu e São Francisco do Pará tiveram oferta do produto em todos os anos e exibiram variação positiva (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.

Município	Produção anual (toneladas)					Variação 2014-2018 (%)	Valor em 2018 (mil R\$)
	2014	2015	2016	2017	2018		
Augusto Corrêa	-	-	0,5	0,6	-	-	-
Bonito	8,7	10	5	4,2	4	- 54	40
Capanema	-	-	-	8	8,5	-	64
Igarapé-Açu	4,2	4,8	5,2	5	6	42,9	45
Nova Esperança do Piriá	-	-	-	4	3,6	-	43
Peixe-Boi	-	-	-	10	10,5	-	105
Primavera	-	15	5	1	1,1	-	11
Quatipuru	10,7	3	2,5	2,9	1	- 90,7	9
Santa Luzia do Pará	-	1	-	1	1,2	-	11
Santa Maria do Pará	1,8	2,4	-	-	-	-	-
Santarém Novo	-	4	4	4,3	4,5	-	45
São Francisco do Pará	3,6	3,2	2,8	3	4	11,1	32
Viseu	0,5	0,3	-	0,1	-	-	-
Total	29,5	43,7	25	44,1	44,4	-	405

Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

Na região hidrográfica Amazônica, os municípios Brasil Novo, Uruará e Bannach apresentaram maiores produções de tilápia no ano de 2018, com 5,5, 5 e 2,4 toneladas respectivamente (Tabela 4). Constatou-se, ainda, que a produção da espécie demonstrou um declínio ao longo de todo o período, o que pode ser em consequência do mercado de pescado na região, uma vez que a piscicultura na região sofreu uma redução média de 4% ao ano, inclusive das principais espécies cultivadas como o tambaqui, tambacu e pirarucu. A região contribui com apenas 16,5% da produção estadual de peixes e tem sido vista como atividade secundária aos produtores, dispondo de viveiros com baixa produtividade e deficiência de acompanhamento técnico (OLIVEIRA et al., 2015; SIDRA, 2019).

Tabela 4. Produção de tilápia no período de 2014 a 2018 e seu valor monetário correspondente nos municípios paraenses pertencentes a região hidrográfica Amazônica.

Município	Produção anual (toneladas)					Variação 2014-2018 (%)	Valor em 2018 (mil R\$)
	2014	2015	2016	2017	2018		
Bannach	2,9	4	4,2	2,5	2,4	- 15,5	19
Belterra	0,8	-	-	-	-	-	-
Brasil Novo	62,8	34,5	17,3	18,5	5,5	- 91,2	55
Cumarú do Norte	1,1	0,9	0,8	-	-	-	-
Óbidos	0,3	-	-	-	0,1	- 83,6	-
Oriximiná	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
São Félix do Xingu	1	0,9	0,6	-	-	-	-
Tucumã	5,4	4	1,2	-	0,5	- 90,7	4
Uruará	20	14	10	9	5	- 75,3	45
Total	94,3	58,5	34,2	30	13,4	-	123

Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

O preço médio de primeira comercialização do produto vivo ou fresco passou de R\$ 7,76 para R\$ 9,55 por quilograma no ano de 2014 a 2018, representando um crescimento de 23% no período (Tabela 5). Comparativamente, no estado do Paraná, o maior produtor de tilápia do Brasil, a espécie responde por 95% de toda a produção estadual e que equivale 115,2 mil toneladas, movimentando a economia com R\$ 586 milhões por um preço de primeira comercialização de R\$ 5,08.kg⁻¹ (SIDRA, 2019). Segundo Ahmed et al. (2012), o preço de comercialização da tilápia possui uma relação inversa com a oferta do produto, uma vez que a baixa disponibilidade do produto no mercado aliado a insuficiência de suprimentos da cadeia produtiva tende a refletir no preço de venda da espécie (AHMED et al., 2012).

Tabela 5. Valor da produção e preço de comercialização da tilápia no estado do Pará entre anos de 2014 e 2018.

Ano	Produção (toneladas)	Valor total (milhões.R\$)	Comercialização (R\$.kg ⁻¹)
2014	335,0	2,60	7,76
2015	384,0	3,30	8,59
2016	267,1	2,22	8,31
2017	233,3	2,11	9,03
2018	262,8	2,51	9,55

FONTE: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2019.

4.1.2 Modalidades de produção praticadas comercialmente

4.1.2.1 Criação de tilápia em viveiros escavados

Historicamente, a criação de tilápia em viveiros escavados teve início na década de 1970 nos municípios de Santa Isabel do Pará e Santo Antônio do Tauá, sendo considerada a primeira modalidade de piscicultura ocorrida no estado do Pará. No início, a adoção desta modalidade de produção em escala comercial foi comprometida pela reprodução precoce e excessiva da espécie, contudo, quando as iniciativas de fornecimento de formas jovens revertidas sexualmente começaram a se popularizar, inclusive com suporte técnico do estado, houve a publicação da Lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005, inviabilizando a regularização dos empreendimentos.

Ainda assim, atualmente, inúmeros açudes encontram-se povoados com tilápia no território paraense, o que pode ser caracterizado como piscicultura extensiva. Alguns deles sem a possibilidade de drenagem total e com sangradouros que viabilizam a continuidade dos cursos d'água que sofreram barramentos. No caso dos viveiros escavados, os dois fatores principais que motivam a manutenção da espécie nas propriedades são: utilização como peixe forrageiro vivo para carnívoros e mercado consumidor atraente, inclusive para tilápias de pequeno porte.

Em uma das propriedades avaliadas no município de Paragominas, a produção de tilápia ocorria em viveiro escavado em sistema de policultivo com a tambatinga há mais de cinco anos. No geral, a piscicultura contava com 19 estruturas de 50 metros de largura por 100 metros de comprimento cada, totalizando 9,5 hectares de lâmina d'água, os quais eram abastecidos por bombeamento a partir de um reservatório de aproximadamente quatro hectares. Desse montante de viveiros escavados, utilizava-se apenas um para policultivo.

A densidade de estocagem para a tambatinga ocorria com um (1) peixe por m² e para a tilápia, por não dispor de um manejo efetivo, não havia estimativa da quantidade de indivíduos presente no cultivo, haja visto que na despesca não realizava-se a drenagem total dos viveiros,

apenas o arrasto para a retirada dos peixes de acordo com a demanda dos compradores. Desta forma, a estimativa de produção anual da tambatinga correspondia a 2,4 a 3,5 toneladas e da tilápia em torno de 0,4 a 0,5 tonelada.

As formas jovens da espécie foram provenientes do estado do Maranhão e utilizadas no povoamento do açude responsável pelo abastecimento deste viveiro utilizado para policultivo e de mais um segundo açude à jusante de dois hectares de lâmina d'água com criação extensiva de pirarucu. No caso do viveiro, por não ser realizada a drenagem total do ambiente, não ocorria preparação entre os ciclos de produção, como o vazio sanitário e calagem, o que impossibilitava o acompanhamento e controle da densidade de tilápia.

O fornecimento de ração ocorria duas vezes ao dia até a saciedade aparente dos peixes e a conversão alimentar acumulada para a tambatinga se apresentava em 2:1 para um ciclo de produção anual. No caso da tilápia, em virtude da ausência de controle da prolificidade e a reprodução ocorrer de forma desordenada sem reversão sexual, não era possível acompanhar o desempenho zootécnico e a conversão alimentar da espécie. O volume de água drenado na despesca tinha como destino o açude de dois hectares, que esporadicamente também recebia tilápias de até 0,1 kg de forma *in natura* ou em pedaços para alimentação dos pirarucus, as quais eram capturadas nas despescas parciais para comercialização do peixe redondo.

O peso de abate da tambatinga ocorria em aproximadamente 1,5 kg e da tilápia a partir de 0,25 kg, para um preço de R\$ 6,00 por quilograma em ambos os casos. A comercialização da tilápia se dava com o produto inteiro fresco à varejistas do próprio município e de cidades vizinhas que adquiriam o pescado no interior da propriedade. O produtor relatou como uma das principais dificuldades para a tilapicultura no estado a ausência de insumos como alevinos de tilápia revertidos sexualmente e a indisponibilidade de ração específica para a espécie no estado.

Segundo a literatura, a tilapicultura paraense ocorre principalmente em viveiros escavados e a prática do policultivo é o principal meio de produção adotado comercialmente, visto como uma possibilidade de aumento no número de despescas por ano. A espécie está presente de forma secundária e sua alimentação ocorre por meio do aproveitamento das sobras de ração e dos resíduos gerados pela espécie principal (SILVA et al., 2010; DE-CARVALHO et al., 2013; O' DE ALMEIDA-JUNIOR; SOUZA, 2013; ZACARDI et al., 2017; BRABO et al., 2020). Contudo, o policultivo visitado demonstrou que a prática ocorre sem o controle zootécnico e com superpopulação de indivíduos abaixo do tamanho comercial, o que dificulta o planejamento da atividade e das estratégias de produção.

O peso de abate e a forma de comercialização empregado nesta modalidade de produção estão em conforme com o apresentado na literatura, as quais ocorrem diretamente ao

consumidor final ou a peixarias locais em peso entre 0,2 a 1,5kg com o produto inteiro fresco (BRABO et al., 2016c; BRABO et al., 2020). O uso da tilápia como peixe forrageiro na alimentação de peixes carnívoros, como o pirarucu, é um meio de diminuir a necessidade de alimento artificial e a espécie se destaca pela não necessidade de reposição constante de reprodutores, haja visto que, ao atingir determinado porte, a predação se torna menos eficiente e a tilápia passa ser matriz reprodutora (ZACARDI et al., 2017; SIDRA, 2019; BRABO et al., 2020).

4.1.2.2 Criação de tilápia em tanques-rede

O cultivo de tilápia em tanques-rede ocorre no estado desde a década de 1990, em sua maioria com estruturas de pequeno volume, geralmente de 4 a 6 m³, instaladas em açudes originados a partir de pequenos barramentos. Contudo, houveram diversas iniciativas implantadas no leito de rios, como no Guamá e no Inhangapi, inclusive nos anos 2000. O uso de estruturas improvisadas, com telas de contenção pouco resistentes e suportes de madeira era comum, assim como escapes dos espécimes em confinamento. Na época, a produção em tanques-rede era uma novidade entre os piscicultores paraenses e a tilápia era a única espécie recomendada para empreendimentos comerciais.

O empreendimento analisado no município de Capitão Poço produzia tilápia em 50 tanques-rede de 4 m³ de volume útil instalados em um reservatório hidráulico de dois hectares de lâmina d'água e cerca de quatro metros de profundidade, localizado integralmente na área da propriedade rural. A formação deste açude ocorreu a partir da construção de uma barragem de terra com 100 metros de comprimento e cinco metros de altura em uma microbacia hidrográfica dotada de três nascentes devidamente preservadas.

O excesso de água no reservatório era drenado por dois sangradouros, um em cada extremidade da barragem, que se comunicavam com o canal de drenagem dos tanques e viveiros escavados localizados à jusante. Na época da construção, a principal finalidade do açude era abastecer por gravidade as demais estruturas hidráulicas utilizadas para piscicultura, o que demandava a captação nas proximidades de um dos sangradouros por meio de tubulações de policloreto de polivinila (PVC) para um canal de abastecimento que alimentava os tanques e viveiros escavados individualmente.

Os tanques-rede, fabricados na propriedade, estavam dispostos em quatro baterias, com a primeira a aproximadamente 10 metros da barragem e as demais separadas entre si pela mesma distância. Quanto ao espaçamento entre as estruturas, o padrão era de quatro metros e a distância entre a sua parte inferior e o substrato de cerca de dois metros. A tela de contenção dos peixes

dos tanques-rede constituía-se de arame galvanizado revestido de PVC com suportes em alumínio e flutuadores em bombonas plásticas de 20 litros ou tubos de PVC de 100 milímetros.

A produção de tilápia correspondia a aproximadamente 30 toneladas.ano⁻¹ com produtividade estimada entre 130 e 150 kg.⁻¹m⁻³.ano⁻¹. As formas jovens utilizadas não passavam pelo processo de reversão sexual e advinham de reproduções naturais que ocorriam sem os cuidados com proporções de macho e fêmea, as quais se realizavam em viveiros escavados. Constantemente separava-se as tilápias umas das outras afim de uniformizá-las por tamanho e, quando observado indivíduos com peso entre 0,05 e 0,1 kg, ocorria o envio aos tanques-rede. Neste cenário, comumente se adquiria formas jovens em outros estados para a formação de novas matrizes objetivando a busca por variabilidade genética aos reprodutores, como Paraná, Alagoas, Maranhão e Tocantins.

A densidade de estocagem adotada na engorda foi de 125 peixes.m⁻³, a duração do ciclo de produção de 120 dias, a conversão alimentar aparente de 2:1 e o peso de abate era de 0,4 a 0,5 kg. Segundo o produtor, Técnico Agropecuário com experiência de mais de 30 anos na área da piscicultura, o custo de produção estava em torno de R\$ 6,00.kg⁻¹ para o ano de 2019, com a variação ocorrendo principalmente em função do preço das rações e do seu frete.

O preço recebido pelo piscicultor na primeira comercialização foi de R\$ 10,00 por quilograma do peixe vivo em 2019, o qual ocorria a varejistas de Capitão Poço e municípios vizinhos que adquiriam o produto na propriedade por três vezes na semana. Apesar da significativa margem de lucro, o piscicultor relatou a concorrência com a tilápia oriunda de outros estados como um dos principais fatores limitantes para uma maior prosperidade do negócio, visto que a prática deste preço só era possível devido a estratégias comerciais estabelecidas em parceria com os varejistas.

A tilapicultura em tanques-rede é a modalidade de produção que ocorre em menor expressão no estado, contudo, apresenta superioridade quanto aos índices de desempenho zootécnico, haja visto que nestas estruturas a produtividade varia entre 150 a 300 kg.⁻¹m⁻³.ano⁻¹ (BRABO, 2014; SOUZA; LEITE, 2016; BRABO et al., 2020). Além do mais, esta modalidade de produção apresenta investimento inicial em estruturas e variação dos parâmetros físico-químicos da água menor que dos viveiros escavados (FURLANETO et al., 2006).

A regularização ambiental do cultivo em tanques-rede pode ser por vias federais ou estaduais. No primeiro caso, quando se utiliza águas de responsabilidade da União, as diretrizes são definidas pelo Decreto nº 4.895 de 25 de novembro de 2003 e os procedimentos de habilitação dos contratos de cessão do uso da água são estabelecidos na Instrução Normativa nº 19 de 13 de agosto de 2020 (BRASIL, 2003b; 2020). Na esfera estadual, as diretrizes variam

de acordo com o estado, como no caso do Paraná e Tocantins, por exemplo, estes consideram as regiões hidrográficas sob sua jurisdição para emissão de licença ambiental em cultivos de tanque rede (TOCANTINS, 2018; PARANÁ, 2019).

4.1.2.3 Criação de tilápia em sistema de bioflocos

A tilapicultura em sistemas de bioflocos é considerada a modalidade de produção mais recente no estado do Pará e, desde 2018, o único empreendimento regularizado no território está localizado no município de Paragominas. Neste empreendimento, além da engorda de tilápia em sistema de bioflocos, ocorre a larvicultura de tilápia revertida sexualmente, bem como o cultivo de peixes redondos em viveiros escavados que somados representam um total de 50 hectares de lâmina d'água.

A larvicultura ocorria a partir da reprodução natural em uma hapa instalada em um tanque suspenso de 60 m³ com 100 fêmeas de tilápia do Nilo de aproximadamente 0,5 kg e 20 machos de tilápia *Saint Peter Oreochromis* spp. com cerca de 1,5 kg. A renovação do plantel reprodutor se dava com aquisição de formas jovens advindas de outros estados, em que, após engorda-los na fazenda, ocorria a substituição dos reprodutores quando se observava baixa fecundidade das matrizes ou quando apresentava características físicas indesejáveis para reprodução.

A coleta de ovos na boca das fêmeas realizava-se uma vez por semana com uma estimativa de obtenção de 100 a 1.000 ovos por fêmea, os quais eram levados à oito incubadoras de 5,5 litros instaladas em uma edificação de madeira de 10 metros de comprimento por 30 metros de largura. Posteriormente, as larvas eclodidas mantinham-se em basquetas até o término do consumo do saco vitelínico, quando eram levadas a tanques suspensos de 2 m³ de volume útil para o processo de reversão sexual, que tinha eficiência estimada em 98% de masculinização.

Após 30 dias de reversão sexual, os alevinos de aproximadamente um (1) grama encaminhavam-se à seis tanques em geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) de 1.000 micras com 60 m³ cada e sob aeração contínua, onde passavam cerca de 120 dias para atingir entre 0,4 e 0,5 kg. A manutenção do sistema de bioflocos ocorria com açúcar comercial na relação 20:1 de carbono e nitrogênio e por um banco de bactérias, que combinava probiótico, farelo de arroz, bicarbonato de sódio e húmus de minhoca. A produtividade estimada correspondia a 15 kg.m⁻³ para uma conversão alimentar aparente de até 1,5:1, em que a comercialização ocorria a varejistas locais ao preço de R\$ 7,00.kg⁻¹ com o pescado fresco sem qualquer beneficiamento, revelando um montante de 1.500 a 2.000 kg de tilápia por mês com o produto em peso acima de 0,4kg.

Importante ressaltar que as estruturas eram cobertas com rede anti-pássaro e a destinação dos efluentes nas renovações parciais ocorriam no entorno das estruturas, onde não havia perspectiva de alcançar cursos d'água superficiais. Inicialmente, o produtor relatou sobre a ausência de comercialização de formas jovens revertidas sexualmente no estado e da dificuldade em adquirir os alevinos, pois as empresas enviam os animais apenas em volume que compensa a distância entre as cidades, o que motiva a realização da alevinagem na propriedade. Além disso, foi destacado sobre a entrada de peixes para comercialização advindos de estados vizinhos, especialmente do Maranhão, com o preço mais atraente ao feirante que o repassado por produtores paraense.

A tecnologia de bioflocos tem como vantagem o maior controle dos efluentes do cultivo, biossegurança para entrada ou saída de patógenos e possibilidade de produtividade de até $40\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (AVNIMELECH, 2012). Contudo, os custos de produção, investimento de implantação e exigência de profissional qualificado tornam um risco maior ao empreendedor quando comparado a sistemas convencionais (REGO et al., 2017).

A propriedade visitada dispõe de técnicas que diferem da realidade do estado, onde a grande maioria dos empreendimentos produzem suas formas jovens em meio a baixa qualidade genética dos reprodutores e sem passar pelo processo de reversão sexual, uma vez que não há comercialização de alevinos de tilápia revertido no estado (BRABO, 2014; BRABO et al., 2014; BRABO et al., 2016a; BRABO et al., 2020). O controle genético dos reprodutores tende a aumentar a taxa de crescimento e o rendimento de filé das proles, bem como a masculinização das formas jovens é essencial para controlar a prolificidade indesejada e manter o lote em crescimento mais uniforme, o que possibilita um incremento na produtividade do cultivo (PORTO et al., 2015; HASAN et al., 2016).

4.1.2.4 Síntese dos aspectos tecnológicos e econômicos das modalidades de produção praticadas comercialmente no estado do Pará

As informações coletadas possibilitaram estabelecer os aspectos gerais das modalidades de produção de tilápia adotadas pelos piscicultores paraenses em empreendimentos comerciais (Tabela 6). Entre as particularidades observadas nas modalidades adotadas para a produção comercial da tilápia, está o cultivo bifásico para os tanques-rede, o baixo profissionalismo da produção em viveiros escavados e a unicidade do processo de reversão sexual em bioflocos.

No caso da produção em viveiro escavado, a falta de lotes masculinizados obriga a comercialização em pesos cada vez menores, enquanto que nos tanques-rede, a alta produtividade somente é permitida pelo fato de a espécie não realizar reprodução nestas

estruturas, contudo, para isso, há a necessidade de uma fase em viveiro para que a espécie cresça a um tamanho suficientemente maior que a malha do tanque-rede.

Tabela 6. Síntese dos aspectos tecnológicos, econômicos e distribuição das modalidades de produção de tilápia *Oreochromis* spp. no estado do Pará.

Aspectos	Modalidades de produção de tilápia		
	Tanques-rede	Viveiros escavados	Tanques suspensos em sistema de bioflocos
1. Tecnológicos			
Peso inicial (kg)	0,05 a 0,1	0,001	0,001
Reversão sexual	Não	Não	Sim
Renovação de reprodutores	Sim	Não	Sim
Ciclo de produção (meses)	4	Indeterminado	4
Alimentação	Ração extrusada	Ração extrusada e alimentos alternativos	Ração extrusada
Peso de abate (kg)	> 0,4	> 0,2	> 0,4
Conversão alimentar aparente	2:1	Indeterminada	1,5:1
Estratégia de produção	Bifásico	Monofásico	Monofásico
Produtividade (kg. ⁻¹ m ⁻³ .ano ⁻¹)	100 a 150	Indeterminada	45
Diversidade de espécies	Monocultivo	Monocultivo ou policultivo	Monocultivo
2. Econômicos			
Investimento ¹	Baixo	Médio	Alto
Custo de produção ¹	Médio	Baixo	Alto
Risco ¹	Médio	Baixo	Alto
Produto	Vivo ou inteiro fresco	Vivo ou inteiro fresco	Vivo ou inteiro fresco
Mercado	Local	Local	Local
3. Distribuição			
Número de empreendimentos ²	Baixo	Alto	1 ³
Região hidrográfica	Tocantins-Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental	Tocantins-Araguaia, Amazônica e Atlântico Nordeste Ocidental	Atlântico Nordeste Ocidental

Nota: (1) (1) A comparação dos fatores econômicos entre as modalidades de produção baseou-se em constatações apresentadas por Furlaneto et al. (2006), Rego et al. (2017) e Trombeta et al. (2017) somado a intensidade demandada aos seguintes itens: investimento por capacidade de produção (R\$/kg/m³); complexidade das estruturas e benfeitorias; mão de obra qualificada e monitoramento do sistema; (2) Número de empreendimentos: Baixo porque a Lei estadual n° 6.713 inibiu a expansão e Alto porque requer o mínimo grau de profissionalização no manejo e o mercado consumidor absorve a um peso de abate que viabiliza a manutenção da espécie no estado; (3) Único empreendimento regularizado no território paraense.

A realidade da tilapicultura paraense assemelha-se a encontrada na região costeira de Gana, onde a produção da espécie demanda de profissionalismo e de insumos básicos, tendo sido praticada como atividade secundária com o emprego de mão de obra familiar (MIREKU et al., 2018). Em Bangladesh, assim como no Pará, a comercialização da espécie ocorre de maneira tradicional e pouco competitiva, sendo distribuída diretamente ao mercado local e com o pescado fresco e sem processamento (AHMED et al., 2012). Por outro lado, a tilapicultura do

Paraná dispõe de uma importante rede de relacionamento e de cooperação entre atores da cadeia de produção, bem como um conjunto de suprimento e profissionalismo que fortalecem a tilápia como a principal espécie da piscicultura no estado (FEIDEN et al., 2018; BARROSO et al., 2019).

4.2 Perspectiva de regularização dos empreendimentos frente às diretrizes da Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018

A partir do cenário atual da tilapicultura no estado do Pará e das exigências previstas na Resolução COEMA n° 143 de 2018 para regularização dos empreendimentos é possível atestar que apenas os tanques suspensos em sistema de bioflocos possuem viabilidade técnica para seu atendimento imediato (Tabela 7). Contudo, o cumprimento das exigências não se restringe exclusivamente a aplicação de tecnologia em sistemas fechado, pois requer, ainda, a necessidade de implantação de proteção antipássaro e a aquisição de alevinos com reversão sexual certificada.

Tabela 7. Perspectiva de regularização das modalidades de produção de tilápia no território paraense frente às diretrizes da Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018.

Modalidade de produção	Sistema de produção	Situação quanto à legislação	Dificuldades
Tanques-rede	Aberto	Atividade ilegal Art. 29 da Lei estadual n° 6.713 de 2005	-
Viveiros escavados com drenagem em curso d'água superficial	Parcialmente fechado	Sem diretrizes definidas	-
Viveiros escavados sem drenagem em curso d'água superficial	Fechado	Passível de regularização Art. 3° da Resolução COEMA n° 143 de 2018	Diverge da realidade do Estado; Custo na instalação e manutenção de rede anti-pássaro; e obtenção de alevinos com reversão sexual certificada
Tanques suspensos em sistema de bioflocos	Fechado	Passível de regularização Art. 3° da Resolução COEMA n° 143 de 2018	Requer a obtenção de alevinos com reversão sexual certificada

A Resolução COEMA n° 143 de 20 de dezembro de 2018 quando observada pelo ponto de vista jurídico é considerada um marco positivo para a tilapicultura paraense, haja visto que desde 2005 não havia clareza sobre os aspectos do licenciamento ambiental para espécies exóticas e a atividade seguia sem perspectiva de desenvolvimento (PARÁ, 2005; 2018). Contudo, do ponto de vista comercial, as condições impostas na resolução vão na contramão da realidade das iniciativas em operação no estado, o que tende a mantê-las na obscuridade da lei e sem possibilidade de crescimento de suas atividades.

A complexidade ou incerteza regulatória tende a desencorajar os piscicultores de expandir suas operações para aproveitar oportunidades de mercado e dificultar suas atividades comerciais, de modo que, sem o devido licenciamento ambiental na atividade, é difícil um produtor a almejar a participação em políticas de fomento ou garantir empréstimos de instituições financeiras. Além do mais, a demanda tecnológica poderá ocasionar a exclusão social de pequenos agricultores, sobretudo aqueles com menor capacidade financeira, os quais apresentam maior dificuldade em aplicar tecnologias de custos elevados e sofisticadas (BARROSO et al., 2019).

Os estudos demonstram que a aquicultura em sistema fechado de produção tende a apresentar um custo de produção e investimento superior aos de sistemas convencionais, uma vez que demanda de um maior nível tecnológico e mão de obra técnica, ocasionando elevada sensibilidade e risco de investimento para essa atividade (NGOC et al., 2016; REGO et al., 2017; SANTOS-FILHO et al., 2017). Desse modo, o cumprimento das exigências estabelecidas nesta resolução tende a diminuir a competitividade com o preço do pescado que entra no território paraense, bem como limitará o produtor a comercialização principalmente ao mercado local haja visto o menor poder de negociação.

Os relatos indicam que a entrada deste pescado é proveniente de estados vizinhos que permitem a tilapicultura em sistemas que demandam de menor investimento e complexidade, como o tanque-rede e viveiro escavado, tornando o preço de comercialização mais atraente que os praticados no Pará. Além disso, outro ponto que merece reflexão, é o fato de que estes estados apresentam em seu território as mesmas regiões hidrográficas presente no estado paraense, demonstrando rigor e interpretação diferentes para a mesma realidade hidrográfica.

O estado do Mato Grosso, por exemplo, coberto principalmente pela região Amazônica, possibilita o licenciamento de tilápia em tanque-rede e a dispensa de licenciamento para o pequeno produtor em viveiros escavados (MATO GROSSO, 2017; 2018). No Maranhão, presente na região Atlântico Nordeste Ocidental, pouco se encontra sobre regulamentação de exóticos na literatura, contudo, destaca-se a dispensa de licenciamento para produtores familiares em viveiro escavado e tanque-rede (MARANHÃO, 2010). Nestes estados o volume de produção é ligeiramente superior ao produzido no território paraense, o que permite a comercialização a um preço até 89% mais baixo que o praticado no Pará (SIDRA, 2019).

O estado do Tocantins merece uma atenção por estar na região Norte e ser banhado pela região hidrográfica Tocantins-Araguaia, a qual apresenta maior concentração de tilapicultura no Pará. A Resolução COEMA/TO n° 88 de dezembro de 2018 viabiliza a criação da tilápia em tanque-rede e considera como justificativa a portaria do IBAMA n° 27 de 2003 que inclui a

tilápia nilótica como detectada na bacia do Araguaia/Tocantins. Esta norma é uma atualização da portaria do IBAMA nº 145 de 1998 e ambas mostram que a tilápia tem o *status* de detectada nas três regiões hidrográficas presente no estado do Pará (BRASIL, 1998b; 2003a; TOCANTINS, 2018; SIDRA, 2019).

Observa-se que a publicação do novo marco regulatório paraense ocorreu quase que simultaneamente a resolução do estado tocaninense. Contudo, o que se observa são perspectivas distintas de desenvolvimento, enquanto que no Pará pouco mudou, o Tocantins vem construindo uma base para o crescimento da atividade, recebendo investimentos ao setor de alevinagem e melhoramento genético da espécie, fortalecendo discussões sobre a cadeia e destinando créditos exclusivos à atividade, elementos fundamentais para o estado do Tocantins figurar-se como um dos maiores produtores de tilápia do Brasil (TOCANTINS, 2019a; 2019b; 2020).

5 CONCLUSÃO

Atualmente, a produção de tilápia é incipiente no contexto da piscicultura paraense e a tecnologia empregada pela maioria dos empreendimentos é defasada em relação ao restante do país, assim como a cadeia é desestruturada e dispõe de insumos básicos para produção da espécie. Contudo, mesmo com as restrições legais e com baixo profissionalismo nas técnicas de cultivo, existem iniciativas de tilapicultura em todas as regiões hidrográficas de águas continentais do estado do Pará e o mercado absorve um importante volume do produto produzido localmente e em outros estados.

A Resolução COEMA nº 143 de 20 de dezembro de 2018 tende a comprometer a competitividade dos empreendimentos de tilapicultura no território paraense, dado a elevada necessidade técnico-estrutural demandado pelos sistemas fechados. Além disso, a normativa tende a manter a maioria das iniciativas em operação na ilegalidade, visto que não há perspectivas de regularização para os empreendimentos em tanques-redes instalados em reservatórios particulares e não dispõe de alternativas para viveiros escavados em sistema parcialmente fechado.

As normas jurídicas federais que tratam do uso de espécies exóticas na aquicultura o fazem considerando as regiões hidrográficas como condicionante ao cultivo, enquanto o estado do Pará legisla sobre o assunto a partir do seu território como um todo. Esta postura torna ineficiente o rigor da legislação paraense, visto que estados na mesma região hidrográfica apresentam regulamentações diferenciadas, como é o caso do Tocantins na Tocantins-Araguaia, do Mato Grosso na Amazônica e do Maranhão na Atlântico Nordeste Ocidental.

O presente estudo reforça o papel imprescindível das instituições do governo do estado para o fortalecimento da tilapicultura e ressalta o rigor distinto entre normativas de diferentes unidades da federação sobre a mesma realidade hidrográfica. Caso o cenário atual permaneça, a perspectiva ao longo dos anos é cada vez mais a importação de tilápia ao território paraense e cada vez menos adeptos na atividade, uma vez que os custos operacionais exigidos aliado a uma cadeia produtiva incipiente não possibilitarão ao produtor local ser competitivo frente a tilápia oriunda de outros estados.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro, bem como aos proprietários das fazendas visitadas pela atenção e disponibilidade de informações, as quais foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AHMED, N.; YOUNG, J. A.; DEY, M. M.; MUIR, J. F. From production to consumption: a case study of tilapia marketing systems in Bangladesh. **Aquaculture International**, 20(1), 51–70, 2012.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/links-12-regioes>>. Acesso em: dez. 2019.
- ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, 18(6), 437-443, 2011.
- AVNIMELECH, Y. (Org.). **Biofloc Technology: a practical guide book**. 2ª ed. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2012. 272 p.
- BARROSO, R. M.; MUÑOZ, A. E. P.; CAI, J. **Social and economic performance of tilapia farming in Brazil**. Roma: Fisheries and Aquaculture Circular nº 1181, 2019. 56 p.
- BITTENCOURT, L. S.; LEITE-SILVA; U. R.; SILVA, L. M. A.; TAVARES-DIAS, M. Impact of the invasion from Nile tilapia on natives Cichlidae species in tributary of Amazonas River, Brazil. **Biota Amazônia**, 4(3), 88-94, 2014.
- BRABO, M. F.; DIAS, B. C. B.; SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. A.; VERAS, G. C.; CHAVES, R. A. Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no Nordeste Paraense sob a perspectiva dos extensionistas rurais. **Informações Econômicas**, 44(5), 5-17, 2014.
- BRABO, M. F. Piscicultura no estado do Pará: situação atual e perspectivas. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 2(1), 1-7, 2014.

BRABO, M. F.; COSTA, M. W. M.; PAIXÃO, D. J. M. R.; COSTA, P. W. J.; VERAS, G. C. Potencial invasor de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Magistra**, 27(2), 227-234, 2015.

BRABO, M. F.; FRANÇA, F. A.; PAIXÃO, D. J. M. R.; COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Avaliação econômica da produção de espécies alternativas à tilápia em pisciculturas no nordeste paraense. **Informações Econômicas**, 46(2), 16-23, 2016a.

BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; COSTA, J. W. P.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 4(2), 50-58, 2016b.

BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; FERREIRA, L. A.; COSTA, J. W. P.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, 46(4), 16-26, 2016c.

BRABO, M. F.; FERREIRA, L. A.; VERAS, G. C. Aspectos históricos do desenvolvimento da piscicultura no Nordeste paraense: trajetória do protagonismo a estagnação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 9(3), 595-615, 2016d.

BRABO, M. F.; PAIXÃO, D. J. M. R.; MESQUITA, R. L.; COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Viabilidade econômica da criação de tilápia em tanques-rede no Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Custos e @gronegócio on line**, 13, Edição Especial, 284-303, 2017.

BRABO, M. F.; MATOS, S. C. N.; SERRA, R. H. P. F.; COSTA, B. G. B.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A tilapicultura no estado do Pará, Amazônia. **Informações Econômicas**, 50, 1-11, 2020.

BRASIL. 1998a. **Decreto Federal nº 2.519 de 16 de março de 1998**. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 1998b. **Portaria do IBAMA nº 145 de 29 de outubro 1998**. Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2003a. **Portaria IBAMA nº 27 de 22 de maio de 2003**. Altera a Portaria nº 145 de 29 de outubro de 1998. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2003b. **Decreto Federal nº 4.895 de 25 de novembro de 2003**. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2003c. **Resolução CNRH nº. 32, de 15 de outubro de 2003**. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2006. **Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2009a. **Resolução CONAMA nº 413 de 26 de junho de 2009**. Estabelece normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. 2009b. **Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009**. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRITO, T. P.; SANTOS, A. T. S.; QUINTAIROS, R. R. D.; COSTA, L. C. O. Aspectos tecnológicos da piscicultura do município de Capitão Poço, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, 7(1), 17-25, 2017.

DE-CARVALHO, L. R. H.; SOUZA, L. A. R.; CINTRA, A. H. I. A aquicultura na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, 56(1), 1-6, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishery and aquaculture statistics 2017**. Roma: FAO yearbook, 2019. 108 p.

FEIDEN, A.; RAMOS, M. J.; CHIDICHIMA, A. C.; SCHMIDT, C. M.; FIORESE, M. L.; COLDEBELLA, A. A cadeia produtiva da tilápia no oeste do Paraná: uma análise sobre a formação de um arranjo produtivo local. **Redes**, 23(2), 238-263, 2018.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. 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, 2006.

HASAN, T.; ROY, A.; BHOWMIK, S.; HOSSAIN, S.; ISLAM, M. S.; HOSSAIN, A. Studies on Growth and Survival of Hormone Treated and Genetically Converted Mono-Sex Tilapia from Larvae to Juvenile Stage. **American journal of biotechnology and molecular sciences**, 5(1), 1-7, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados**: informações do estado do Pará. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>>. Acesso em: dez. 2019.

MALTERUD, K. Theory and interpretation in qualitative studies from general practice: why and how? **Scandinavian Journal of Public Health**, 44(2), 120-129, 2015.

MARANHÃO. 2010. **Portaria SEMA nº 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. São Luís: Diário Oficial do Estado do Maranhão.

MATO GROSSO. 2017. **Decreto nº 1.190 de 15 de setembro de 2017**. Altera e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 8.149, de 27 de setembro de 2006, e dá outras providências. Cuiabá: Diário Oficial do Estado do Mato Grosso.

MATO GROSSO. 2018. **Lei nº 10.669 de 16 de janeiro 2018**. Altera e revoga dispositivos da Lei nº 8.464, de 04 de abril de 2006, altera dispositivo da Lei nº 9.408, de 01 de julho de 2010, e dá outras providências. Cuiabá: Diário Oficial do Estado do Mato Grosso.

MIREKU, K. K.; KASSAM, D.; CHANGADEYA, W.; ATTIPOE, F. Y. K. Characterization of the Production and Dissemination Systems of Nile Tilapia in Some Coastal Communities in Ghana. **Sustainable Agriculture Research**, 7(1), 14-24, 2018.

NGOC, P. T. A.; MEUWISSEN, M. P. M.; TRU, L. C.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J.; LANSINK, A. O. Economic feasibility of recirculating Aquaculture systems in pangasius farming. **Aquaculture Economics & Management**, 20(2), 185–200, 2016.

O' DE ALMEIDA-JÚNIOR, C. R. M.; SOUZA, R. A. L. Aquicultura no Nordeste paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, 13(1), 33-42, 2013.

OLIVEIRA, A. S. C.; SOUZA, R. A. L.; MELO, N. F. A. C. Estado da Arte da Piscicultura na Mesorregião Sudoeste Paraense – Amazônia Oriental. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, 14(1), 33 - 38, 2014.

PARÁ. 2005. **Lei Estadual nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARÁ. 2006. **Decreto Estadual nº 2.020 de 24 de janeiro de 2006**. Regulamenta a Lei nº 6.713, de 25 de janeiro de 2005, que 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARÁ. 2013. **Instrução Normativa nº 4 de 10 de maio de 2013**. Dispõe sobre a regularização e o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas no Estado do Pará e regulamenta o Licenciamento Ambiental Simplificado, com a expedição de Licença Ambiental Simplificada – LAS, bem como trata da possibilidade de dispensa de licenciamento, sem prejuízo de outras exigências estabelecidas na legislação em vigor. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARÁ. 2018. **Resolução COEMA nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARAGOMINAS. 2018. **Lei nº 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. Paragominas: Câmara Municipal de Paragominas.

PARANÁ. 2019. **Resolução SEMA nº 7 de 12 de fevereiro de 2019**. Estabelece normas e critérios para o licenciamento ambiental da atividade de aquicultura e Maricultura. Curitiba: Diário Oficial do Estado do Paraná.

PEIXE-BR - Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Peixe-BR da Piscicultura 2020**. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura, 2020. 136 p.

PORTO, E. P.; OLIVEIRA, C. A. L.; MARTINS, E. N.; RIBEIRO, R. P.; CONTI, A. C. M.; KUNITA, N. M.; OLIVEIRA, S. N.; PORTO, P. P. Respostas à seleção de características de desempenho em tilápia-do-nylo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(9), 745-752, 2015.

REGO, M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. 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, 2017.

SANTOS-FILHO, L. G. VIEIRA-SANTOS, S. G. A.; SILVA, C. E. L. S.; SILVA, R. C. A. 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 & Agroindustriais**, 18(4), 304-314, 2017.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Banco de tabelas estatísticas**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>>. Acesso em: dez. 2019.

SILVA, A. M. C. B.; SOUZA, R. A. L.; MELO, Y. P. C.; ZACARDI, D. M.; PAIVA, R. S.; NAKAYAMA, L. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião Sudeste do Estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, 10(1), 55-65, 2010.

SOUZA, G. M.; LEITE, M. A. Custo de produção de piscicultura da espécie tilápia no sistema intensivo de tanque-rede. **Qualia: a ciência em movimento**, 2(2), 141-167, 2016.

TOCANTINS. 2018. **Resolução COEMA nº 88 de 05 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental da Aquicultura no Estado do Tocantins. Palmas: Diário Oficial do Estado do Tocantins.

TOCANTINS. 2019a. **Grupo norueguês busca incentivos fiscais para instalação de centro de melhoramento genético de Tilápia no Tocantins**. Disponível em: <<https://portal.to.gov.br/noticia/2019/4/8/grupo-noruegues-busca-incentivos-fiscais-para-instalacao-de-centro--de-melhoramento-genetico-de-tilapia-no-tocantins/>>. Acesso em: ago. 2020.

TOCANTINS. 2019b. **Durante lançamento do Tilapiatins, Governo garante R\$ 200 milhões em crédito ao aquicultor**. Disponível em: <<https://portal.to.gov.br/noticia/2019/5/8/durante-lancamento-do-tilapiatins-governo-garante-r-200-milhoes-em-credito-ao-aquicultor/>>. Acesso em: ago. 2020.

TOCANTINS. 2020. **Criação de tilápia em tanques rede pode ser ampliada no Tocantins**. Disponível em: <<https://seagro.to.gov.br/noticia/2020/3/9/criacao-de-tilapia-em-tanques-rede-pode-ser-ampliada-no-tocantins/>>. Acesso em: ago. 2020.

TROMBETA, T. D.; BUENO, G. W.; MATTOS, B. O. Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no Distrito Federal, 2016. **Informações Econômicas**, 47(2), 42-49, 2017.

VIANA, J. S.; FARIAS, L. C. F.; PAIXÃO, D. J. M. R.; SANTOS, M. A. S.; SOUZA, R. F. C.; BRABO, M. F. Índice de desempenho competitivo de pisciculturas no estado do Pará, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, 49(3), 19-30, 2018.

ZACARDI, D. M.; LIMA, M. A. S.; NASCIMENTO, M. M.; ZANETTI, C. R. M. Caracterização socioeconômica e produtiva da aquicultura desenvolvida em Santarém, Pará. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 5(3), 102-112, 2017.

CAPITULO 2. TILAPICULTURA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS: UM INVESTIMENTO RENTÁVEL NO ESTADO DO PARÁ?²

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⁻¹. O custo 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⁻³.ciclo⁻¹. Posteriormente, foram gerados indicadores de eficiência econômica para os preços de comercialização de R\$ 7,00.kg⁻¹, R\$ 8,50.kg⁻¹ e R\$ 10,00.kg⁻¹. 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⁻¹. A comercialização a R\$ 7,00.kg⁻¹ é inviável financeiramente e os melhores indicadores econômicos ocorrem com o preço de R\$ 10,00.kg⁻¹. 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.

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⁻¹. 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⁻³.cycle⁻¹. Subsequently, economic efficiency indicators were generated for the commercialization prices of R\$ 7.00.kg⁻¹, R\$ 8.50.kg⁻¹ and R\$ 10.00.kg⁻¹. 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⁻¹. Commercialization at R\$ 7.00.kg⁻¹ is not financially viable and the best economic indicators occur at a price of R\$ 10.00.kg⁻¹. 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.

²Artigo em avaliação na revista Fronteiras – Journal of Social, Technological and Environmental Science.

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 et al., 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 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 km², 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 da produção. 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).

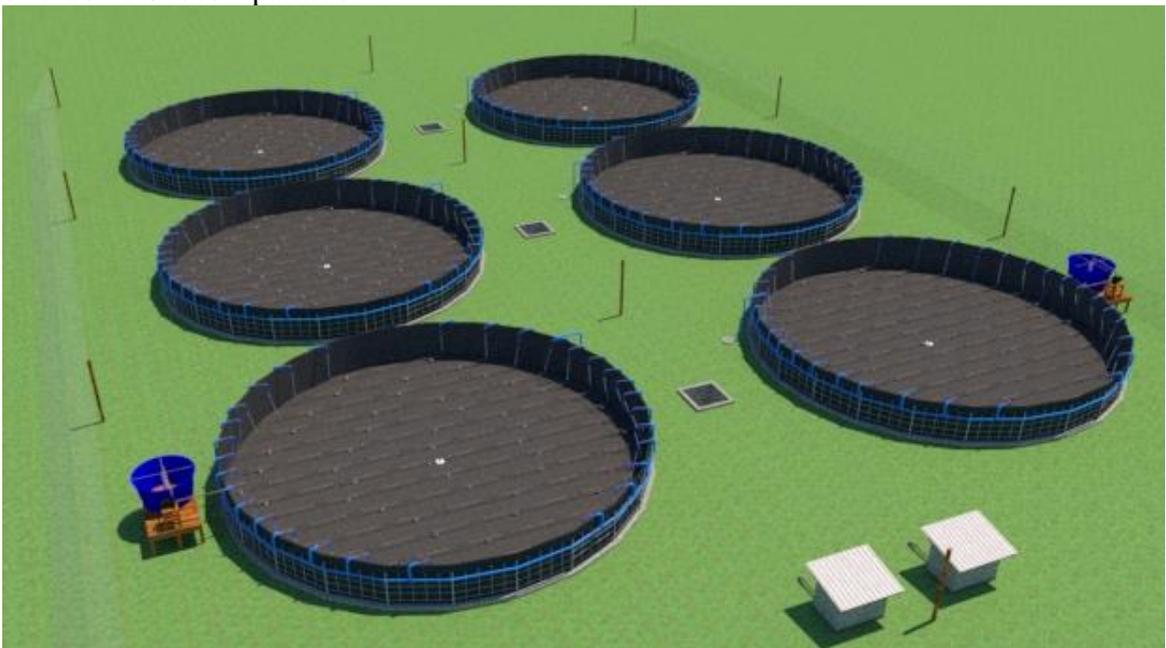
2.2 Dimensionamento do sistema de produção

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⁻¹.

A arquitetura do projeto foi estruturada em 6 tanques suspensos em geomembrana PVC com volume útil de 110 m³ 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: Elaborado pelo autor.

A quantidade de ração foi estimada conforme os indicadores de desempenho zootécnico na propriedade visitada em cultivo monofásico (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 (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	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 ¹	32, 36 e 45

Nota: Porcentagem de Proteína Bruta.

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 de 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⁻¹.

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⁻¹ como justificativa ao preço praticado na propriedade visitada, R\$ 10,00.kg⁻¹ como o maior preço observado no estado e R\$ 8,50.kg⁻¹ 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 30 toneladas.ano⁻¹ 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 presente estudo foi proporcionalmente superior ao encontrado por Brabo et al. (2016b)³ para tilapicultura em tanques-rede, os quais foram 4.556,5 R\$.tonelada⁻¹ e 2.855,7 R\$.tonelada⁻¹, respectivamente. Segundo Furlaneto; Ayroza; Ayroza (2006), o investimento em tanques-rede demanda de estruturas mais simples, o que possibilita um custo de implantação menos oneroso. Corroborando a isso, Rego et al. (2017a) observaram que o custo para implementação do sistema de bioflocos foi de 5.107,4 US\$.tonelada⁻¹ enquanto que em viveiro escavado foi de 2.373,2 US\$.tonelada⁻¹, cerca de 115% superior.

³Valor 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⁻¹.

Discriminação dos produtos	Unidade	Quantidade	Valor	Valor Total	%
			Unitário (R\$)	(R\$)	
Projeto técnico para licenciamento ¹	verba	1	2.467,7	2.467,7	1,8
Custos com regularização ²	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 ³	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 ³ com estruturas de sustentação ⁴	unidade	6	9.682,0	58.092,0	42,2
Sistema de aeração por compressor radial trifásico ⁵	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 ⁶	verba	1	6.774,6	6.774,6	4,9
Total				137. 789,6	100,0

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 121m³ e volume utilizado de 110m³; (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.

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.

Tabela 4. Indicadores de eficiência econômica anual para diferentes preços de primeira comercialização de tilápia *O. niloticus* em sistema de bioflocos no Sudeste paraense.

Discriminação dos produtos	Unidade	Quantidade	Valor		%
			Unitário (R\$)	Total (R\$)	
Ração	kg	42.293,1	2,5	106.315,7	46,5
Eletricidade ¹	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
Custo Operacional Efetivo (COE)				181.741,0	79,4
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
Custo Operacional Total (COT)				205.512,9	89,8
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
Custo Total da Produção (CTP)				228.840,5	100,0

Nota: (1) Calculado para a tarifa convencional rural do ano de 2019/20 de R\$ 0,52.kWh⁻¹ (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.

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⁻¹), caso contrário, a tarifa convencional residencial (R\$ 0,68.kWh⁻¹) elevará o custo operacional total em 3,9%, o que conseqüentemente afeta os indicadores de eficiência econômica e amplia o payback descontado em mais 3,7 anos para o cenário intermediário.

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, tornando-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.

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)⁴. 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⁻¹,⁵ 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).

⁴ Valor corrigido utilizando IGP-DI do mês de novembro de 2014 para fevereiro de 2020.

⁵ Valor corrigido utilizando IGP-DI do mês de junho de 2015 para fevereiro de 2020.

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

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 ⁻¹	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 ¹	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 ¹	anos	-	4,9	1,0

Nota: (1) Taxa Mínima de Atratividade de 5,79%.ano⁻¹.

Fonte: Dados da pesquisa.

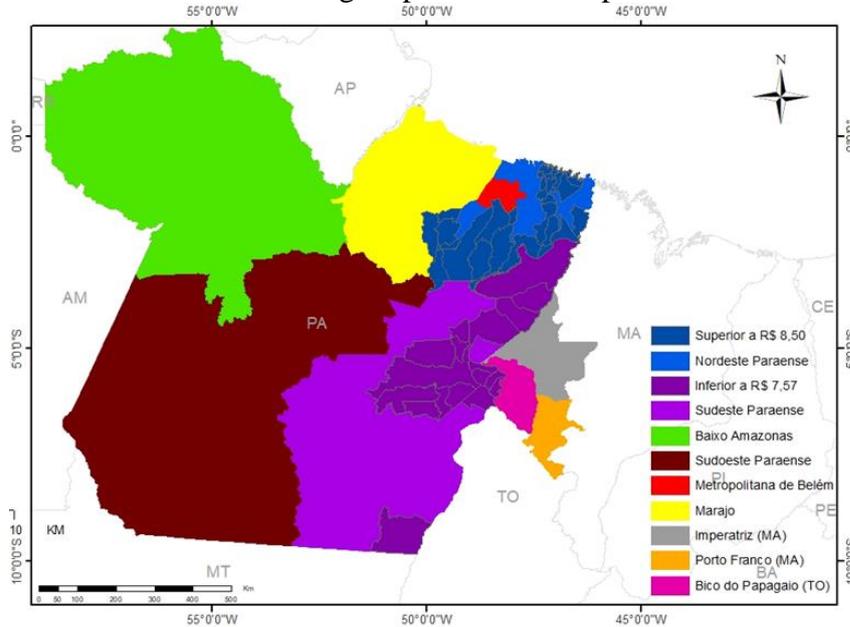
Os indicadores econômicos demonstram que o custo de produção torna a prática da comercialização a um preço de R\$ 7,00.kg⁻¹ inviável financeiramente e que a comercialização a um preço de R\$ 10,00.kg⁻¹ possibilita um melhor retorno financeiro ao investidor (Tabela 4). Contudo, a comercialização a um 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⁻¹, 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⁻¹ 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⁻¹), 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⁻¹) 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⁻¹, R\$ 6,15.kg⁻¹ e R\$ 6,22.kg⁻¹ 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⁻¹, 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, a adoção de um maior peso de abate, o qual possibilitaria um aumento no preço de comercialização (TROMBETA et al., 2017).

4 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, 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>. Acesso em: dez de 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas. **As 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/links-12-regioes>>. Acesso em: dez de 2019.

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. Acesso em: dez de 2019.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. 2020. **Ranking das Tarifas**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/pt/ranking-das-tarifas>. Acesso em: fev de 2020.

ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, 18(6), 437-443, 2011.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology** - a practical guide book. 2a ed. Louisiana: The World Aquaculture Society, 272p., 2012.

AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, 264(1-4), 140–147, 2007.

BARROS, A. F.; MAEDA, M. M.; MAEDA, A.; SILVA, A. C. C.; ANGELI, A. J. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, 65(249), 21-28, 2016.

BASA - Banco da Amazônia. **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>. Acesso em: fev de 2020.

BRABO, M. F., FERREIRA, L.A., VERAS, G.C. Aspectos históricos do desenvolvimento da piscicultura no Nordeste paraense: trajetória do protagonismo a estagnação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 9(3), 595-615, 2016a.

BRABO, M. F.; FLEXA, C. E.; VERAS, G. C.; PAIVA, R. S.; FUJIMOTO, R. Y. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, 43(3), 56-64, 2013.

BRABO, M. F.; FRANÇA, F. A.; PAIXÃO, D. J. M. R.; COSTA, M. W. M.; CAMPELO, D. A. V. VERAS, G. C. Avaliação econômica da produção de espécies alternativas à tilápia em pisciculturas no nordeste paraense. **Informações Econômicas**, 46(2), 16-23, 2016b.

BRABO, M. F.; MATOS, S. C. N; SERRA, R. H. P. F.; COSTA, B. G. B.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. A tilapicultura no estado do Pará, Amazônia. **Informações Econômicas**, 50, Edição Especial, 1-11, 2020.

BRASIL. 2003. **Portaria IBAMA nº 27 de 22 de maio de 2003**. Altera a Portaria nº 145 de 29 de outubro de 1998. Brasília: Diário Oficial da União.

CAVALCANTE, D. H.; LIMA, F. R. S.; REBOUCAS, V. T.; CARMO E SÁ, M. V. Nile tilapia culture under feeding restriction in bioflocs and bioflocs plus periphyton tanks. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, 39(3), 223-228, 2017.

CÔA, F.; MEDEIROS, A. M. Z.; BARBIERI, E. Record of Nile tilapia in the Mandira River, Cananéia, São Paulo State. **Boletim do Instituto de Pesca**, 43(1), 87-91, 2017.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. 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, 2010.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. 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, 2006.

HARGREAVES, J. A., Biofloc Production Systems for Aquaculture. **SRAC Publication**, 112p., 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados:** informações do estado do Pará. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>>. Acesso em: dez de 2019.

ITERPA - Instituto de Terras do Pará. **Tabela de Referência do Valor do hectare/município/ano.** 2019. Disponível em: <http://www.iterpa.pa.gov.br/content/tabela-de-refer%20C3%Aancia-do-valor-do-hectaremunic%20C3%ADpioano>. Acesso em: dez de 2019.

LIMA, A. K. S; AMANCIO, A. L. L.; CASALI, R. R. B.; SANTOS, L. M; ROCHA, M. M. R. M. Avaliação técnico-econômica da criação de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) no município de Bananeiras, Estado da Paraíba. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, 9(1), 159-167, 2009.

LIMA, E. C. R.; SOUZA, R. L.; WAMBACH, X. F.; SILVA, U. L.; CORREIA, E. S. 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, 2015.

MARANHÃO. 2010. **Portaria SEMA nº 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. São Luís: Diário Oficial do Estado do Maranhão.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, 28(1), 7-27, 1998.

MATO GROSSO. 2017. **Decreto nº 1.190 de 15 de setembro de 2017.** Altera e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 8.149, de 27 de setembro de 2006, e dá outras providências. Cuiabá: Diário Oficial do Estado do Mato Grosso.

MATO GROSSO. 2018. **Lei nº 10.669 de 16 de janeiro 2018.** Altera e revoga dispositivos da Lei nº 8.464, de 04 de abril de 2006, altera dispositivo da Lei nº 9.408, de 01 de julho de 2010, e dá outras providências. Cuiabá: Diário Oficial do Estado do Mato Grosso.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, 23(1), 123-139, 1976.

PARÁ. **Lei Estadual nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARÁ. **Resolução COEMA nº 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. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

PARAGOMINAS. 2018. **Lei nº 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. Paragominas: Câmara Municipal de Paragominas.

REGO, M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. 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, 2017a.

REGO M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. 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, 2017b.

RAKOCY, J.; BAILEY, D.; THOMAN, E.; SHULTZ, C. Intensive Tank Culture of Tilapia with a Suspended, Bacterial-Based, Treatment Process: new dimension in farmed Tilapia. In: (Ed) BOLIVAR, R.; MAIR, G.; FITZSIMMONS, K. **Proceeding of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture**. International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Manila, p. 584-596, 2004.

SAMOCHA, T.M.; PRANGNELL, D.I.; HANSON, T.R.; TREECE, G.D.; MORRIS, T.C.; CASTRO, L.F.; STARESINIC, N. **Design and Operation of Super Intensive, Biofloc-Dominated Systems for Indoor Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei***. The Texas A&M AgriLife Research Experience. Louisiana: The World Aquaculture Society. 368p, 2017.

SANTOS-FILHO, L. G. VIEIRA-SANTOS, S. G. A.; SILVA, C. E. L. S.; SILVA, R. C. A. 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 & Agroindustriais**, 18(4), 304-314, 2016.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco. **Banco de dados: Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6938>>. Acesso em: dez de 2019.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco. **Banco de dados: Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>>. Acesso em: dez de 2019.

SILVA, J. R.; RABENSCHLAG, D. R.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A. E BUENO, G. W. Produção de pacu em tanques-rede no reservatório de Itaipu, Brasil: retorno econômico. **Archivos de Zootecnia**, 61(234), 245-254, 2012.

SILVA, U. L.; FALCON, D. R.; PESSÔA, M. N. C.; CORREIA, E. S. Carbon sources and C:N ratios on water quality for Nile tilapia farming in biofloc system. **Revista Caatinga**, 30(4), 1017-1027, 2017.

SILVA, U. L.; VIEIRAM L. C.; MELO, M. V. L.; FRANCA, E. J.; FALCON, D. R.; CORREIA, E. de S. Responde of phytoplankton to diferente carbono sources and C:N ratios in tilapia fingerling culture with bioflocs. **Boletim do Instituto de Pesca**, 44(1), 1-8, 2018.

SIMÕES, D.; GOUVEA, A. C. F. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. **Archivos de zootecnia**, 64(245), 41-48. 2015.

TOCANTINS. 2018. **Resolução COEMA nº 88 de 05 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental da Aquicultura no Estado do Tocantins. Palmas: Diário Oficial do Estado do Tocantins.

TROMBETA, T. D.; BUENO, G. W.; MATTOS, B. O. Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no Distrito Federal, 2016. **Informações Econômicas**, 47(2), 42-49, 2017.

WASIELESKY, W. J.; ATWOOD, H. I.; STOKES, A.; BROWDY, C. L.; Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for White shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 258(1-4), 396-403, 2006.

4 CONCLUSÃO GERAL

A produção de tilápia no estado do Pará é incipiente em relação ao montante da piscicultura paraense e as tecnologias de cultivo empregadas são primitivas e com baixo grau de profissionalismo, ocorrendo principalmente em policultivo com peixes redondos em viveiros escavados. A espécie está distribuída em todas as regiões hidrográficas que cortam o estado, especialmente na região Tocantins-Araguaia, a qual detém o maior número de empreendimentos de tilapicultura e volume de produção.

A Resolução COEMA nº 143 de 20 de dezembro de 2018 apresenta rigor e interpretação diferentes a estados que se encontram na mesma realidade hidrográfica, como o Tocantins, Mato Grosso e o Maranhão, o que tende a comprometer a competitividade dos empreendimentos que adotarem as diretrizes impostas neste ato normativo. Além do mais, a resolução não prevê solução aos sistemas mais atuantes no estado, como o tanque-rede e viveiros escavados, o que tenderá a mantê-los na obscuridade da lei.

A análise de viabilidade econômica demonstrou que a implementação de uma tilapicultura em sistema de bioflocos no estado do Pará apresenta um elevado custo de produção e uma rentabilidade econômico-financeira com elevado risco de investimento e, para que o investidor consiga um bom retorno financeiro, será necessário adotar algumas estratégias de comercialização, como a venda a um mercado com preço de mais atraente.

5 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se estudos relacionados a cadeia de produção da tilapicultura para conhecimento de todos os atores envolvidos na rede, especialmente na região hidrográfica Tocantins-Araguaia, a qual detém o maior volume de produção e número de empreendimentos de tilapicultura do estado, o que possibilitaria perceber os gargalos que impedem o desenvolvimento técnico da atividade.

Adicionalmente, seria engrandecedor o estudo de viabilidade econômica da tilápia em outras tecnologias de produção em sistema fechado, como recirculação de água e aquaponia, o que possibilitaria um leque de opções ao capital de investimento.

Os estudos recomendados acima, somados aos resultados do presente estudo possibilitariam um melhor entendimento do panorama da tilapicultura no estado do Pará.