

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) SOB CONDIÇÃO DE RISCO NO MUNICÍPIO DE JAGUARIBARA, CEARÁ

ECONOMIC ANALYSIS OF TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PRODUCTION UNDER RISK CONDITIONS IN THE MUNICIPALITY OF JAGUARIBARA, CEARÁ

Kilmer Coelho Campos

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Associado IV do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará DEA/UFC e do Programa de Pós-graduação em Economia Rural - PPGER/UFC. Fortaleza-CE. kilmer@ufc.br

Ana Cristina Nogueira Maia

Doutoranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC). Fortaleza-CE. anacristinanmaia@gmail.com

Vitória Biana da Silva

Doutoranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC). Fortaleza-CE. vitoriabiana.inova@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): GT02. Governança e gestão do agronegócio

Resumo: Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da produção de tilápia sob condição de risco no açude Castanhão no município de Jaguaribara, estado do Ceará. Os dados de natureza primária foram coletados por meio da aplicação de questionários para uma amostra de 60 piscicultores. Utilizam-se como métodos as análises tabular, descritiva e o cálculo de indicadores econômicos, tanto sob condições determinísticas quanto de risco, sendo este pelo método Monte Carlo e utilizando-se o software @RISK. Os resultados da pesquisa indicaram que a produção de tilápia no açude Castanhão é economicamente viável para a maioria dos produtores entrevistados. Apesar dos elevados custos de produção, mais da metade dos produtores obteve lucro e apresentou margem líquida positiva, o que permite a continuidade da atividade no curto e médio prazo. A análise de risco mostrou que os indicadores de rentabilidade, como margem bruta, margem líquida e lucro, sugerem uma probabilidade significativa de retorno positivo, superando o custo de oportunidade do capital.

Palavras-chave: Administração rural. Análise de risco. Piscicultura.

Abstract: This study aims to evaluate the economic viability of tilapia production under risk conditions in the Castanhão reservoir in the municipality of Jaguaribara, Ceará. Primary data were collected through questionnaires applied to a sample of 60 fish farmers. The methods used include tabular and descriptive analyses and the calculation of economic indicators, under both deterministic and risk conditions, the latter using the Monte Carlo method and the @RISK software. The research results indicated that tilapia production in the Castanhão reservoir is economically viable for most of the interviewed producers. Despite the high production costs, more than half of the producers reported profits and positive net margins, allowing for the continuity of the activity in the short and medium term. The risk analysis showed that profitability indicators, such as gross margin, net margin, and profit, suggest a significant probability of positive returns, surpassing the opportunity cost of capital.

Keywords: Rural administration. Risk analysis. Aquaculture.

1 INTRODUÇÃO

Em 2020, a pesca e a aquicultura alcançaram um recorde mundial de 214 milhões de toneladas, compostas por 178 milhões de animais aquáticos e 36 milhões de algas. Esse crescimento foi em grande parte impulsionado pela expansão da aquicultura, sobretudo na Ásia. O comércio internacional de produtos pesqueiros gerou cerca de US\$ 151 bilhões, valor inferior ao recorde de US\$ 165 bilhões registrado em 2018, consequências dos efeitos da pandemia de Covid-19 (FAO, 2023).

A piscicultura destaca-se como uma das principais atividades de produção animal no Brasil. Sua relevância se estende à geração de renda e à criação de postos de trabalho, além de contribuir de forma significativa para a segurança alimentar. Este setor envolve um complexo processo de planejamento e produção, englobando a diversidade de espécies de peixes, a estratégia de utilização de insumos e a qualidade dos recursos hídricos (Valenti *et al.*, 2021).

No Brasil, durante o período de 2020 a 2021, a piscicultura em águas representou 15,19% da produção total de peixes do país, alcançando um total de 559 mil toneladas, com um valor estimado em aproximadamente R\$ 4,70 bilhões. A região Sul destacou-se como a maior produtora de peixes em cativeiro, contribuindo com 35,42% da produção nacional, enquanto as demais regiões apresentaram participações variando entre 13% e 18%. Em 2021, a região Nordeste foi responsável por 17,79% da produção total e por 19,55% do valor da produção, correspondendo a R\$ 919,24 milhões (IBGE, 2023).

Entre as espécies cultivadas, a tilápia destacou-se como a mais representativa, com uma produção de 361 mil toneladas, o que corresponde a 64,63% do total produzido. Ademais, essa espécie revelou-se a mais rentável, alcançando um valor de mercado de R\$ 2,75 bilhões, equivalente a 54,47% do valor total da produção (PEIXE BR, 2022).

O Nordeste, historicamente reconhecido como o maior produtor de tilápia no Brasil, enfrentou uma grave crise hídrica resultante de uma prolongada estiagem que se estendeu de 2012 a 2018. Este fenômeno impactou de maneira significativa a produção de peixes na região, afetando até mesmo grandes reservatórios, como os açudes de Orós e do Castanhão, no estado do Ceará, que abrigavam um dos principais polos de produção de tilápia do Nordeste (Ximenes; Vidal, 2023).

No Ceará, as tilápias são criadas em tanques-rede ou gaiolas, sendo a maioria em reservatórios, que são caracterizadas pela grande densidade populacional e pela utilização de ração. Em 2021, o faturamento bruto da produção de peixes cultivados no estado alcançou R\$ 59,48 milhões, com uma produção total de 6,66 mil toneladas. Esse cenário representou um crescimento de 9,47% na quantidade produzida e de 21,56% no valor em comparação ao ano de 2020, sendo a tilápia responsável por 99,68% dessa produção (IBGE, 2023).

Em relação à piscicultura, os produtores e empreendimentos que têm um controle rigoroso de custos e receitas demonstram uma maior competitividade. Essa prática permite aos piscicultores obterem informações fundamentais para projetar cenários econômicos, tanto pessimistas quanto otimistas, o que pode contribuir para a maximização dos lucros na atividade (Barros *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a utilização de métodos probabilísticos na avaliação dos indicadores econômicos e nas técnicas de simulação é importante para prever cenários e minimizar riscos associados, permitindo uma análise robusta das variáveis envolvidas (Ritter *et al.*, 2014).

Além disso, é essencial considerar as especificidades da produção de tilápia em açudes, que envolve variáveis complexas e imprevisíveis, como as condições de oxigenação da água, a gestão de recursos hídricos e as flutuações nos custos de insumos, o que torna importante o uso de técnicas de simulação e modelagem probabilística. Esses modelos ajudam a prever cenários

e riscos, proporcionando uma visão mais precisa da rentabilidade e auxiliando no planejamento estratégico dos produtores.

Diante do exposto, surgem os seguintes questionamentos: qual é o comportamento da produção e dos custos enfrentados pelos produtores de tilápia no açude Castanhão, localizado no município de Jaguaribara? Será que os produtores conseguem viabilizar uma atividade rentável ao considerar todos os riscos associados à produção?

Dessa forma, o estudo busca discutir os resultados que orientam tanto os produtores quanto os formuladores de políticas públicas a implementar estratégias para mitigar os problemas enfrentados na produção de tilápia. Nesse sentido, a pesquisa oferece contribuições significativas ao fornecer informações sobre a situação econômica do setor, analisando o desempenho do produtor, a eficiência na utilização de recursos, as causas das variações na rentabilidade, as falhas na administração e a avaliação de alternativas viáveis para o futuro (Matarazzo, 2010).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar economicamente a produção de tilápia sob condição de risco no açude Castanhão em Jaguaribara, no Estado do Ceará. Especificamente, verificar se a atividade é capaz de gerar uma rentabilidade que cubra os custos operacionais, incluindo insumos, e proporcione uma remuneração adequada ao produtor, assegurando, assim, a continuidade e a sustentabilidade da exploração.

Este artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, situa-se o referencial teórico. A terceira seção apresenta a metodologia, bem como as fontes dos dados que foram utilizados. Na quarta seção, os resultados são discutidos para, finalmente, na quinta seção, serem apresentadas as considerações finais da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para descrever os métodos de avaliação sob a condição de risco utilizando Monte Carlo, pode-se considerar a simulação como uma ferramenta fundamental para a análise de incertezas em projetos e investimentos. A técnica permite a modelagem de variáveis aleatórias, proporcionando uma visão abrangente dos riscos envolvidos.

Os métodos de análise de risco podem ser classificados em duas categorias principais: os de priorização, que são de natureza qualitativa, e os de avaliação, que se dividem em determinísticos e probabilísticos. Entre os métodos probabilísticos, destacam-se a Árvore de Decisão, a Teoria de Opções Reais e a Simulação de Monte Carlo (SMC), como afirmam Kliemann Neto *et al.* (2010). Essas abordagens são fundamentais para a gestão de incertezas e a tomada de decisões informadas em diferentes contextos.

Dessa forma, os métodos utilizados para integrar o risco nas avaliações econômicas são as análises de sensibilidade e de cenários. A primeira abordagem tem como objetivo identificar as variáveis que mais afetam os resultados econômicos, permitindo que essas questões sejam exploradas com maior profundidade na aplicação do Método de Monte Carlo (Campos; Almeida; Lima, 2020).

A segunda abordagem analisa diversos cenários possíveis nos quais o projeto pode se ajustar, levando em conta as interações entre variáveis e suas variações simultâneas. Essa técnica envolve a comparação entre condições financeiras favoráveis e desfavoráveis em relação a uma situação considerada mais provável. Geralmente, três cenários são avaliados: o mais provável, o pessimista e o otimista (Sebben, 2018).

A SMC baseia-se na criação de diferentes cenários alternativos a partir de dados da avaliação determinística, possibilitando assim a formação de distribuições de probabilidade. A operação é realizada por meio de um processo iterativo, no qual números sucessivos e

aleatórios são gerados a partir de uma variável de entrada específica e, posteriormente, aplicados ao modelo em questão (Medeiros, 2009).

Colocando esse contexto em uma perspectiva mais contemporânea, o método pode ser caracterizado como uma simulação computacional de um modelo estocástico, realizada repetidamente para estimar a distribuição de probabilidade de uma variável de saída em um modelo desse tipo (Pedersen, 2014).

Nesse sentido, no estudo de Simões e Gouvea (2015) avalia-se a criação de tilápia-do-Nilo em tanques-rede no município de Botucatu, estado de São Paulo, realizou-se a SMC. Os resultados estimados confirmam que o investimento no cultivo de tilápia-do-Nilo em 10 tanques-rede, com um preço de venda estimado de US\$ 1,70 por quilograma e uma produção de 14.500 kg por ciclo, apresenta indicadores de rentabilidade que são economicamente viáveis.

No estudo de Ngoc *et al.* (2016) analisa-se a viabilidade econômica dos sistemas de aquicultura recirculante (RAS) na produção de pangásio no Vietnã, simulações estocásticas. Os resultados revelam que, para fazendas de grande porte, o valor presente líquido aumenta de uma média de 589.000 USD/ha para 916.000 USD/ha após a implementação do RAS. Em termos gerais, a probabilidade de o RAS ser um investimento rentável é de 99% para ambos os tamanhos de fazenda. As evidências sobre a robustez do desempenho econômico do RAS são importantes para auxiliar na tomada de decisões públicas e privadas, com foco na sustentabilidade da produção de pangásio.

No entanto, no trabalho de Campos; Almeida; Lima (2020) analisa-se a viabilidade econômica dos produtores de banana em Missão Velha, Ceará, sob duas perspectivas: determinística e de risco, utilizando o Método de Monte Carlo (MMC). Os resultados obtidos mostraram que as margens bruta e líquida permitem que os agricultores continuem na atividade de produção, tanto a curto quanto a longo prazo, indicando um baixo risco na aplicação e gestão de recursos, incluindo investimentos e custos operacionais.

Dessa forma, Dias *et al.* (2021) demonstra-se em suas análises a viabilidade do método SMC na avaliação econômica da produção de camarão (*Litopenaeus vannamei*) em condições de risco no município de Acaraú, Ceará. Os resultados indicaram que a atividade apresenta um baixo risco em relação aos limites de rentabilidade dos indicadores, levando em consideração os valores médios da amostra analisada.

Por fim, Costa *et al.* (2022) utiliza-se o MMC para realizar uma análise econômica de uma piscicultura familiar no estado do Pará. Os resultados indicaram que o empreendimento é rentável, e a aplicação do MMC na avaliação econômica pode ser um fator crucial para a tomada de decisões por parte dos investidores.

Portanto, é possível concluir que a literatura destaca a relevância do método de Monte Carlo, uma vez que ele facilita a análise das incertezas, a exploração de diferentes cenários e a integração de informações complexas. Sua versatilidade e capacidade de gerar insights valiosos permitem que os pesquisadores examinem o impacto de várias variáveis em um modelo, ajudando a identificar riscos e oportunidades de forma mais eficiente.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o município de Jaguaribara, localizado no Vale do Jaguaribe no interior do Ceará, a 250 km de Fortaleza.

A escolha de Jaguaribara como área de estudo fundamenta-se na presença do açude Castanhão, o maior reservatório da América Latina, cuja construção, conduzida pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) em 2002, teve como objetivo

principal mitigar os impactos da seca na região. Com uma capacidade de armazenamento de 6,7 bilhões de metros cúbicos, o açude desempenha papel essencial no abastecimento hídrico do Vale do Jaguaribe e em múltiplos outros usos, incluindo, quando necessário, o fornecimento de água para a Região Metropolitana de Fortaleza.

Além de sua relevância para a segurança hídrica, o açude viabiliza atividades econômicas importantes, como a piscicultura, em especial a criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede, gerando emprego e renda para o município.

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados da pesquisa foram coletados diretamente nas unidades de produção de tilápia em Jaguaribara, Ceará, por meio de questionários estruturados e entrevistas com produtores e gerentes. A coleta incluiu o acompanhamento das atividades de manejo da piscicultura, como preparação de viveiros, povoamento, alimentação, biometria, despesca e escalonamento da produção.

As visitas técnicas foram realizadas nas unidades de produção de tilápia, às margens do açude Castanhão, durante o mês de agosto de 2024, sendo complementadas por conversas informais com empresários, gerentes, técnicos e outros especialistas na área de piscicultura, com o intuito de compreender as características das práticas produtivas e as tecnologias adotadas.

3.3 Definição da população e amostra

De acordo com dados da secretaria de Desenvolvimento Econômico, Aquicultura, Turismo e Pesca, em 2024, a população estimada de produtores de tilápia ativos no município de Jaguaribara era de 127.

Utilizando o método de amostragem probabilística aleatória simples e o cálculo amostral de Cochran (1977), com nível de confiança de 95% e erro amostral de 10%, determinou-se o tamanho da amostra. A estimativa de uma proporção populacional de 50% garantiu a obtenção do maior tamanho amostral possível, assegurando a representatividade dos resultados.

Utilizou-se a seguinte fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N-1) + Z^2 p * q} \quad (1),$$

em que:

n = tamanho da amostra;

z = escore sobre a curva de distribuição normal padronizada (z = 1,96);

p = 1/2, parâmetro de proporção para “n” máximo;

q = percentagem complementar;

N = tamanho da população; e

e = 0,10, erro de amostragem.

Dessa forma, selecionou-se uma amostra de 60 produtores extraída do público que compõem o universo da pesquisa, ou seja, 48% da população.

3.4 Métodos de análise

3.4.1 Viabilidade econômica da produção de tilápia sob condição determinística

3.4.1.1 Cálculo e análise de receitas e custos de produção

Conforme Matsunaga *et al.* (1976), os custos de produção correspondem à soma dos valores monetários de todos os insumos e recursos empregados na fabricação de um produto ou na prestação de um serviço. Dessa forma, o custo operacional serve como um indicador necessário para a tomada de decisão do produtor.

Assim, utilizou-se a metodologia proposta por Martin *et al.* (1998) e Campos; Campos (2017). Primeiramente, foram determinados a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), o custo operacional total (COT) e o custo total (CT):

- a) Renda Bruta (RB): receita esperada da atividade.

$$RB = \sum P_i * Q_i \quad (2),$$

em que:

RB: renda bruta;

P_i: preço médio da tilápia (R\$/Kg);

Q_i: quantidade vendida de tilápia (R\$/Kg).

- b) Custo Operacional Efetivo (COE): soma dos custos da atividade que variam de acordo com a quantidade produzida, representados pelos custos com mão de obra (permanente e temporária), insumos (ração e medicamentos), manutenção entre outros.

$$COE = MOP + MOT + INS \quad (3),$$

em que:

COE: Custo Operacional Efetivo;

MOP: Mão de obra permanente;

MOT: Mão de obra temporária (R\$/Kg);

INS: Ração e medicamentos (R\$/Kg);

- c) Custo Operacional Total (COT): obtido pela soma do Custo Operacional Efetivo (COE) e dos outros custos operacionais que não envolvem desembolso direto, como depreciação, encargos diretos, seguro, encargos financeiros e outras despesas relacionadas. Diferencia-se do custo total, pois o COT não contempla as remunerações à terra, ao capital, nem o lucro do empresário.

$$COT = COE + DEP + MOF \quad (4),$$

em que:

COT: Custo Operacional Total;

COE: Custo Operacional Efetivo;

DEP: Depreciação;

MOF: Mão de obra familiar.

- d) Custo Total (CT): obtido ao somar o Custo Operacional Total (COT) com os juros ou a remuneração do capital (RC) e da terra (RT), seja ela pertencente ou não à empresa, além da inclusão da renda do empresário.

$$CT = COT + J + RE \quad (5),$$

em que:

CT: Custo Total;

COT: Custo Operacional Total;

J: Juros sobre capital e;

RE: Remuneração do empresário.

3.4.1.2 Procedimentos metodológicos

Após o levantamento dos custos de produção se faz necessário calcular a depreciação dos meios de produção. Nesse estudo foi utilizada fórmula da depreciação linear:

$$D = \frac{(Vi - Vf)}{n} \quad (6),$$

em que:

Vi: valor inicial;

Vf: valor final; e

n: vida útil do capital.

Além disso, foram obtidos os valores dos investimentos em máquinas, equipamentos, benfeitorias e instrumentos utilizados na produção. No cálculo da depreciação anual de bens usados, o valor atual do bem foi dividido pelo tempo de vida útil restante. A manutenção refere-se ao custo anual necessário para manter os bens de capital em condições adequadas de uso. Para essa variável, foi utilizada uma taxa de manutenção de 5% sobre o valor das máquinas, equipamentos e aparelhos, e 3% sobre o valor das benfeitorias.

No caso dos juros sobre o capital investido, foi considerada uma taxa de 8% ao ano, aproximadamente, que corresponde ao rendimento tradicional da caderneta de poupança no ano de 2023.

Quanto às despesas, foram incluídos os gastos com a compra de ração e medicamentos utilizados na produção. Os custos com mão de obra temporária, empregados em cada processo de despesa, foram calculados multiplicando-se o número de dias trabalhados pelo valor da diária, incluindo também a mão de obra familiar.

3.4.2 Cálculo e análise de indicadores econômicos

Os indicadores econômicos utilizados por Campos e Campos (2017) foram de margem bruta (MB), margem líquida (ML), índice de lucratividade, lucro, custo médio e ponto de nivelamento de rendimento:

- a) Margem Bruta: representa a diferença entre a Receita Bruta (RB) e o Custo Operacional Efetivo (COE). Ela indica a viabilidade econômica da atividade, mostrando se a receita gerada é suficiente para cobrir os custos diretos envolvidos.

$$MB = RB - COE \quad (7).$$

Para interpretação do resultado deve-se considerar os seguintes parâmetros utilizados por Campos; Campos (2006):

MB < 0 indica que a Receita Bruta (RB) é menor que o Custo Operacional Efetivo (COE), o que significa que a atividade está gerando prejuízo, pois não cobre nem as despesas variáveis.

MB = 0 significa que a RB é igual ao COE, indicando que a mão de obra familiar não está sendo remunerada, o que provavelmente levará o produtor a desistir da atividade em breve.

MB > 0 significa que a RB é maior que o COE, permitindo que o produtor continue na atividade no curto prazo, desde que a mão de obra familiar esteja sendo paga.

- b) Margem Líquida (ML): reflete o lucro efetivo da atividade no curto prazo após todas as despesas terem sido descontadas:

$$ML = RB - COT \quad (8),$$

em que:

ML < 0 indica que a Receita Bruta (RB) é menor que o Custo Operacional Total (COT), portanto os fatores de produção não estão sendo remunerados. Nesse sentido, o produtor está em processo de descapitalização.

ML = 0 indica que, apesar de a depreciação e os custos com mão de obra familiar estarem sendo cobertos, o capital investido não está sendo remunerado.

$ML > 0$ significa que a receita bruta supera todas as despesas e custos operacionais. Isso indica que a atividade é rentável, gerando lucro após cobrir todos os custos, incluindo depreciação e gastos com mão de obra. Portanto, o empresário deve permanecer na atividade no longo prazo.

- c) Índice de Lucratividade: indica o percentual disponível de renda da atividade após dedução de todos os custos operacionais através do percentual entre a Margem Líquida e Renda Bruta:

$$IL = \frac{ML}{RB} * 100 \quad (9).$$

- d) Lucro (L): remuneração obtida após deduzir todos os custos e despesas envolvidas na atividade:

$$L = RB - CT \quad (10),$$

em que:

$L < 0$ indica que o custo total foi superior à receita bruta, portanto o empresário está tendo prejuízo.

$L = 0$ indica o chamado 'lucro normal', ou seja, a atividade está remunerando todos os fatores de produção, incluindo mão de obra familiar e administrativa.

$L > 0$ demonstra lucro 'supernormal', ou seja, a atividade está compensando todos os fatores de produção e ainda gerando um excedente adicional, que varia conforme o volume de produção.

- e) Custo Total Médio (CMe): custo total médio por kg de tilápia produzida, dado por:

$$CMe = \frac{CT}{Q} \quad (11),$$

em que:

CT = custo total de produção de tilápia; e

Q = quantidade produzida de tilápia.

- f) Ponto de Nivelamento de Rendimento (PNR): indica a quantidade mínima de produção necessária, considerando o preço de venda do produto, para que a receita total cubra exatamente os custos:

$$PNR = \frac{CT}{P} \quad (12),$$

em que:

CT = custo total;

P = preço pago ao produtor por kg de tilápia vendida.

3.5 Viabilidade econômica da produção de tilápia sob condição de risco

Diversos modelos são empregados na mensuração do risco relacionado à projeção de valores. Dentre eles, destacam-se a análise de sensibilidade, que consiste em avaliar as variações nos resultados calculados após alterações em uma determinada variável; a análise de cenários, que é uma variante da análise de sensibilidade em que se estuda uma série de cenários distintos com os quais o projeto pode se deparar, considerando as relações entre as variáveis e suas mudanças simultâneas; e, a mais robusta dentre as mencionadas, a simulação de Monte Carlo (Correia Neto, 2009).

Nesta pesquisa, primeiramente realizou-se uma análise de sensibilidade das variáveis mais relevantes e com maior impacto nos resultados econômicos, destacando como variáveis de entrada: a produção por ciclo; o preço pago em relação ao preço médio recebido e praticado; os custos relacionados à mão de obra, insumos, depreciação, juros e manutenção observados pelos produtores do município de Jaguaribara, Ceará.

Posteriormente, para a avaliação da condição de risco da atividade, foi utilizado o método de Monte Carlo (MMC), também conhecido como simulação de Monte Carlo (SMC), o qual utiliza ferramentas computacionais para modelar cenários futuros, baseando-se em

variáveis cujos valores são gerados aleatoriamente dentro de uma distribuição de probabilidade que as representa (Correia Neto, 2009).

As etapas seguidas para a realização da Simulação Monte Carlo neste estudo foram estruturadas da seguinte forma:

- a) Identificação das distribuições de probabilidade das variáveis: inicialmente, foram identificadas as distribuições de probabilidade mais adequadas para cada variável que alteram a rentabilidade da produção de tilápia.

A identificação apropriada das distribuições de probabilidade para os dados de entrada (inputs) é essencial no processo de simulação (Evans e Olson, 1998). Neste estudo, utilizou-se o Critério de Informação de Akaike (AIC) para realizar a seleção da distribuição mais adequada, segundo Emiliano *et al.* (2010) este critério possui um bom desempenho ao se trabalhar com uma amostra inferior a 500.

O AIC combina dois elementos essenciais: a qualidade do ajuste do modelo aos dados observados e uma penalização proporcional à complexidade do modelo, medida pelo número de parâmetros estimados.

Akaike (1974) definiu seu critério de informação como:

$$AIC = -2 \log L(\theta) + 2(p) \quad (13),$$

em que: L é a verossimilhança do modelo e p é o número de parâmetros.

Nesse sentido, valores menores de AIC indicam que a distribuição selecionada está mais próxima do modelo que melhor representa os dados observados, ou seja, do modelo mais adequado para descrever a realidade (Lima, 2018). Essa abordagem permitiu identificar a distribuição de probabilidade que minimiza a perda de informação e melhor reflete o comportamento das variáveis analisadas.

Após a definição das distribuições de probabilidade das variáveis de entrada, torna-se necessário verificar a existência de correlação entre elas (Oliveira e Medeiros Neto, 2012). Essa etapa será conduzida por meio do software @RISK.

- b) Geração de valores aleatórios: com o auxílio do software @RISK, foram simulados valores aleatórios para cada variável. Esses valores foram gerados com base nas distribuições de probabilidade previamente definidas, representando os possíveis comportamentos das variáveis no contexto analisado.

- c) Cálculo dos indicadores de rentabilidade: para cada iteração da simulação, foi selecionado um conjunto de valores aleatórios para as variáveis, e os indicadores de rentabilidade — margem bruta, margem líquida, lucro, índice de lucratividade, ponto de nivelamento de rendimento e taxa de remuneração do capital — foram calculados. Esses indicadores representam as métricas de desempenho econômico-financeiro analisadas no estudo.

- d) Construção da distribuição cumulativa de probabilidade: foram realizadas 10.000 iterações, garantindo robustez e confiabilidade na simulação. A partir dos resultados, foi possível determinar a configuração da distribuição de probabilidade para cada indicador, utilizando dados agrupados em intervalos de classe para gerar a distribuição de frequência. Com isso, foi construída a distribuição de frequência acumulada, que permite interpretar o grau de risco associado a cada indicador. As distribuições acumuladas de probabilidade fornecem informações essenciais para a análise do risco, indicando o nível de incerteza enfrentado pelo tomador de decisão em relação à atividade econômica.

Para aprofundar a análise de risco, foram realizadas diversas simulações considerando diferentes cenários, permitindo avaliar a probabilidade de ocorrência de resultados positivos e a superação de determinados limiares, como a média da amostra ou valores de referência previamente estabelecidos.

A primeira e segunda simulação teve como objetivo avaliar a probabilidade de os indicadores econômicos analisados — margem bruta, margem líquida, lucro, índice de lucratividade, ponto de nivelamento de rendimento e taxa de remuneração do capital — apresentarem valores positivos e valores superiores à média da amostra, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cálculo dos indicadores de rentabilidade dos produtores

A Tabela 1 apresenta os valores por quilograma de tilápia produzido. A análise dos dados evidencia o elevado custo de produção em comparação ao preço médio de comercialização, que oscilou entre R\$ 10,00 e R\$ 12,50, com média de R\$ 11,38 por quilograma em 2023. Em contrapartida, o custo médio de produção foi de R\$ 9,83 por quilograma. Destaca-se que, dos 60 produtores entrevistados, 59 se identificaram como atravessadores, responsáveis pela revenda do pescado para estabelecimentos comerciais.

A significativa disparidade nos valores de remuneração dos empresários, correspondente ao custo de oportunidade relacionado ao desempenho de funções executivas e administrativas, considerando a habilidade e experiência desses agentes, bem como as oportunidades alternativas de emprego disponíveis na região, está diretamente associada à heterogeneidade na dimensão dos estabelecimentos analisados. O valor médio absoluto registrado foi de R\$ 2.988,00 mensais, enquanto a remuneração máxima atingiu R\$ 15.000,00 e a mínima, R\$ 1.412,00, equivalente ao salário mínimo vigente.

Tabela 1 - Renda bruta e custos anuais de produção por quilo dos piscicultores em Jaguaribara - Ceará, 2023

Indicadores	Valor Máximo (R\$)	Valor Médio (R\$)	Valor Mínimo (R\$)
Renda Bruta	30,08	11,34	3,49
Alevinos	0,50	0,50	0,50
Ração	8,00	6,07	2,21
Vacinas e medicamentos	0,07	0,01	0
Combustível e lubrificantes	0,89	0,13	0
Energia	0,23	0,01	0
Mão de obra permanente	2,43	0,59	0
Mão de obra temporária	2,03	0,16	0
Custo Operacional Efetivo	10,45	7,39	2,89
Depreciação	1,22	0,27	0,02
Custo Operacional Total	11,29	7,65	3,02
Juros sobre capital	2,27	0,43	0,02
Remuneração do empresário	5,00	1,36	0,09
Custo Total	14,36	9,83	3,57

Fonte: elaborado pelos autores.

A Tabela 2 apresenta os indicadores econômicos da produção de tilápia por quilograma. A margem bruta média registrada foi de R\$ 4,02 por quilograma. Esse valor representa o excedente de receita, no curto prazo, disponível para a cobertura dos custos fixos. Dessa forma, um valor positivo indica que, caso a mão de obra familiar seja remunerada, o produtor pode permanecer na atividade, garantindo sua viabilidade econômica no curto prazo.

A margem líquida, também denominada lucro operacional, apresentou, em média, valor positivo de R\$ 3,75 por quilograma. Esse resultado indica que a atividade é capaz de cobrir os custos variáveis no curto prazo, além de suportar eventuais riscos não considerados na presente análise.

O lucro apresentou valor positivo, sendo classificado como supernormal. Isso indica que a empresa está não apenas remunerando adequadamente todos os fatores de produção, mas também gerando excedentes, cuja magnitude varia conforme o nível de produção. Ressalta-se que 12 produtores apresentaram lucro negativo.

Tabela 2 - Indicadores econômicos por quilo dos piscicultores em Jaguaribara - Ceará, 2023

Indicadores	Valor Máximo	Valor Médio	Valor Mínimo
Margem Bruta (R\$)	22,85	4,02	0,60
Margem Líquida (R\$)	22,70	3,75	-0,10
Lucro (R\$)	21,20	1,58	-3,17
Ponto de Nivelamento de Rendimento (kg)	1,29	0,88	0,68
Índice de lucratividade (%)	75,46	28,95	-0,85
Taxa de Remuneração do Capital (%)	2.053,11	150,31	-0,79
Custo Médio (R\$)	14,36	9,83	7,25

Fonte: elaborado pelos autores.

O ponto de nivelamento médio identificado na amostra foi de 1,29 kg/ano, indicando a quantidade mínima de produção necessária para cobrir os custos totais, sem gerar lucro ou prejuízo, esse resultado é inferior à metade do observado no estudo de Silva; Soares (2009). A produção média anual observada entre os piscicultores analisados foi de 41.847 kg, representando um excedente de 9.648,74 kg em relação ao ponto de nivelamento. Esse dado revela que, em média, os piscicultores conseguem operar em uma condição economicamente viável, com uma margem de segurança equivalente a 30% acima do ponto de nivelamento.

O índice de lucratividade médio identificado foi de 74,46%, indicando que a atividade apresenta condições adequadas para remunerar todos os fatores de produção, incluindo o capital investido e a remuneração do empresário. Ressalta-se que apenas um produtor apresentou um índice negativo, de -0,85%, enquanto os demais obtiveram resultados positivos.

Dias et al. (2021), ao analisarem a viabilidade econômica da produção de camarão, observaram que índices de lucratividade variando entre 6,05% e 83,90% caracterizavam um sistema lucrativo e economicamente viável. De forma análoga, os resultados obtidos neste estudo indicam que o sistema de recirculação utilizado para a produção de tilápia também pode ser considerado viável economicamente, visto que o índice médio está em conformidade com o intervalo encontrado por esses pesquisadores.

A Taxa de Remuneração do Capital (TRC) é uma medida relevante para avaliar o retorno sobre o capital investido na atividade. Na tabela 2, os resultados revelaram uma TRC média de 150,31% e 150,31%, indicando que os capitais empregados estão sendo remunerados a uma taxa significativamente superior às taxas praticadas no mercado.

Por fim, destaca-se o custo de produção, que representa o valor necessário para produzir uma unidade do produto — neste caso, 1 kg de tilápia. O custo médio de produção identificado

no presente estudo foi de R\$9,83, o que indica que esse é o investimento requerido para produzir 1 kg de tilápia em tanques-rede no município de Jaguaribara, Ceará.

Esse valor diverge significativamente dos resultados encontrados por Siqueira (2020), que estimou um custo médio de R\$4,86, e por Brabo *et al.* (2013), que analisou três sistemas com diferentes números de tanques-rede no Pará, observando custos médios que variaram entre R\$5,99 e R\$6,59, com uma redução progressiva conforme o aumento da produção. Assim, os custos de produção identificados neste estudo foram superiores aos relatados por esses autores.

4.2 ANÁLISE DE RISCO DOS PISCICULTORES

4.2.1 Análise de Sensibilidade

Inicialmente, antes de proceder com a análise de risco, é essencial proceder com uma análise de sensibilidade, com o objetivo de identificar as variáveis que têm maior impacto nos resultados econômicos. A análise de sensibilidade, ao possibilitar a compreensão das variações nos resultados em resposta a mudanças em variáveis chave, desempenha um papel fundamental na determinação do grau de certeza dos resultados obtidos.

Segundo Lima e Campos (2018), essa abordagem permite verificar se a alteração de um valor médio de qualquer variável dentro da amostra é suficientemente relevante para modificar os resultados gerais e, conseqüentemente, a interpretação dos mesmos. Com base nessa premissa, foram avaliadas as alterações no lucro sempre que se aplicava um aumento de 1% em cada uma das variáveis de custo de produção, proporcionando uma visão sobre o impacto de cada custo no desempenho da empresa.

Na Tabela 3 observa-se que a renda bruta tem o maior efeito positivo sobre o lucro, com uma variação de 2,04%, indicando que aumentos na receita têm um impacto considerável e favorável nos resultados financeiros. Em contraste, os custos relacionados à mão de obra permanente, mão de obra temporária, outros custos (combustível e lubrificante), depreciação, juros sobre o capital e remuneração do empresário têm efeitos negativos muito pequenos, com variações no lucro que variam de -0,07% a -0,16%.

Esses resultados sugerem que, apesar de representarem custos significativos, a alteração desses itens não resulta em grandes variações no lucro, o que pode indicar que a estrutura de custos está relativamente equilibrada.

Tabela 3 - Sensibilidade das variáveis críticas de renda e custo de produção, 2023

Descrição dos Custos	Valor Médio da Amostra (R\$)	Variação no Lucro Médio (R\$)	%
Renda Bruta (R\$/kg)	471.358,39	4.713,58	2,04
Mão de Obra Permanente	16.068,87	160,69	- 0,07
Mão de Obra Temporária	4.612,06	46,12	- 0,02
Insumos Agrícolas	157.558,42	1.575,58	- 0,68
Outros Custos	3.581,89	35,82	- 0,02
Depreciação	8.108,98	81,09	- 0,04
Juros sobre o Capital	14.754,65	147,55	- 0,06
Remuneração do Empresário	35.856,00	358,56	- 0,16

Fonte: elaborado pelos autores.

Por outro lado, os insumos agrícolas apresentam uma variação negativa de -0,68%, a maior entre os custos analisados. Esse custo é composto pela compra de alevinos, ração e medicamentos utilizados no processo produtivo. A análise indica que, mesmo com um aumento de 1%, a variação no lucro é significativa. Considerando a essencialidade desses insumos para a produção, qualquer aumento em seus preços pode impactar diretamente a rentabilidade, o que destaca a necessidade de um controle rigoroso sobre esses gastos para manter a saúde financeira do negócio.

Dessa forma, das 8 variáveis analisadas na Tabela 3, todas apresentaram um impacto significativo no resultado, sendo, portanto, classificadas como variáveis críticas. Em vista disso, essas variáveis serão tratadas como aleatórias na fase subsequente da análise de risco, com o intuito de permitir uma avaliação mais precisa das incertezas.

4.2.2 Identificação da distribuição de probabilidade das variáveis

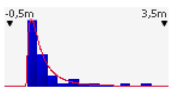
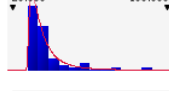
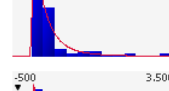
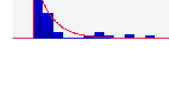
O software @RISK foi empregado para identificar as distribuições de probabilidade que melhor se ajustaram aos dados das variáveis de entrada utilizadas na análise de risco, conforme apresentado na Tabela 4. Para tanto, foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC), que permitiu a seleção das distribuições estatísticas mais adequadas para representar o comportamento observado nas séries analisadas.

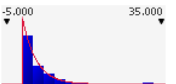
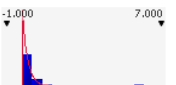
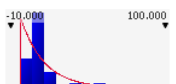
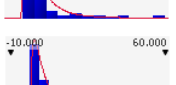
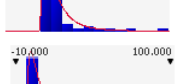
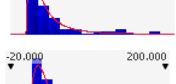
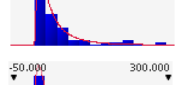
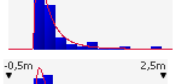
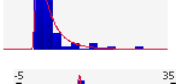
A distribuição lognormal foi predominante para variáveis relacionadas a custos e rendimentos - renda bruta, alevinos, ração, COE, COT, depreciação, remuneração do empresário, juros sobre capital, custo total, capital médio empatado e quantidade produzida - tal escolha se justifica pela natureza positiva dessas variáveis e pela presença de assimetria à direita, características frequentemente observadas em variáveis financeiras e econômicas.

Observa-se também que os indicadores relacionados a insumos específicos - vacinas e medicamentos, combustível e lubrificantes, energia - e custos de mão de obra (permanente e temporária) ajustaram-se melhor à distribuição exponencial. Isso pode ser explicado por se tratar de custos que possuem uma taxa de ocorrência constante, sem picos ou caudas expressivas.

O preço de venda foi modelado pela distribuição log-logística, que é adequada para variáveis que apresentam caudas pesadas e alta variabilidade. Essa escolha reflete a possibilidade de valores extremos (preços altos ou baixos) na amostra analisada. Tal comportamento é típico de mercados sazonais, como o da tilápia, em que os preços apresentam picos em períodos específicos do ano devido a variações na oferta e demanda.

Tabela 4 - Distribuição de probabilidade das variáveis de renda e custos de produção dos piscicultores em Jaguaribara - Ceará, 2023

Indicadores	AIC	Distribuição Estatística	Parâmetros	Gráfico
Renda Bruta	1675,973	Lognormal	$\alpha = 455323,7; \lambda = 488346,3$	
Alevinos	1302,22	Lognormal	$\mu = 20.288,4; \sigma = 21.303,9$	
Ração	1600,638	Lognormal	$\mu = 244683,3; \sigma = 252734,4$	
Vacinas e medicamentos	839,5013	Exponencial	$\lambda = 394,89$	

Combustível e lubrificantes	1095,185	Exponencial	$\lambda = 3325,3$	
Energia	787,7868	Exponencial	$\lambda = 256,63$	
Mão de obra permanente	1284,226	Exponencial	$\lambda = 16068$	
Mão de obra temporária	1134,441	Exponencial	$\lambda = 4612,1$	
Custo Operacional Efetivo	1617,842	Lognormal	$\mu = 287889,7; \sigma = 273411,4$	
Depreciação	1209,596	Lognormal	$\mu = 9197,8; \sigma = 11537,7$	
Custo Operacional Total	1621,589	Lognormal	$\mu = 297428,9; \sigma = 281014,3$	
Juros sobre capital	1263,828	Lognormal	$\mu = 14444; \sigma = 18562,9$	
Remuneração do empresário	1337,096	Lognormal	$\mu = 35195,1; \sigma = 19888$	
Capital Médio Empatado	1566,916	Lognormal	$\mu = 180549,9; \sigma = 232035,9$	
Custo Total	1385,398	Lognormal	$\mu = 40576,8; \sigma = 42607,9$	
Quantidade produzida	1636,767	Lognormal	$\mu = 347530,2; \sigma = 298460,2$	
Preço de venda	181,2498	Loglogistic	$\gamma = 0; \beta = 11,106; \alpha = 20,657$	

Fonte: elaborado pelos autores.

Ademais, também foi estruturada uma matriz de correlação entre as variáveis inputs, possibilitando a geração de números aleatórios mantendo as características padrões de relações entre as variáveis.

Baseado na análise destas correlações, nota-se que os insumos alevinos e ração demonstraram correlações extremamente altas com a receita bruta, o custo operacional efetivo e o custo operacional total reforçando a importância e o peso dessas variáveis no somatório dos custos de produção.

4.2.3 Análise de risco

Os resultados apresentados na Tabela 5 correspondem às medidas estatísticas derivadas da simulação de Monte Carlo, realizada com 10.000 iterações. A partir dessas informações, é possível analisar os indicadores de rentabilidade de todos os produtores presentes na amostra, proporcionando uma visão detalhada do desempenho de cada um ao longo do processo

simulado.

Tabela 5 – Resultados estatísticos dos indicadores de rentabilidade por quilo da produção de tilápia no município de Jaguaribara - Ceará, 2023

Indicadores	Média	Desvio padrão	5% perc.	95% perc.	Pr > Média	Pr > 0
Margem Bruta (R\$)	167.574,33	560.545,96	-481.057,79	1.081.326,39	39,5%	62,5%
Margem Líquida (R\$)	157.941,44	558.609,50	-520.410,14	1.062.572,09	40,6%	62,4%
Lucro (R\$)	414.824,54	490.659,38	26.008,78	1.271.997,26	33,4%	95,0%
Índice de lucratividade (%)	130,51	677,52	-433,48	957,23	31,8%	62,4%
Custo Médio (R\$/kg)	0,01176	0,01249	0,00195	0,03364	40,5%	95,0%
Ponto de Nivelamento de Rendimento (kg)	3.646,25	3.895,23	596,73	10.527,86	33,0%	95,0%
Taxa de Remuneração do Capital (%)	2,14	-12,95	-6,99	16,26	31,3%	62,4%

Fonte: elaborado pelos autores.

Legenda: Pr = probabilidade.

Os indicadores de margem bruta e líquida refletem a sobra operacional da produção, funcionando como métricas para avaliar a eficiência econômica de uma empresa. Esses indicadores apresentam elevada variabilidade, evidenciada por grandes desvios padrão, o que aumenta o risco de flutuações significativas nos resultados. Embora a probabilidade de obtenção de valores positivos oscile com média entre 39,5% e 40,6%, os resultados indicam que os valores de venda exerceram uma influência direta nas margens observadas. Essa dinâmica aponta para um risco financeiro elevado, associado às oscilações nos desempenhos dessas margens ao longo do período analisado.

Isso significa que os produtores de tilápia devem estar preparados para lidar com possíveis perdas financeiras em certos cenários e considerar estratégias para mitigar esses riscos, como diversificação de atividades, controle de custos e gestão eficiente da produção. A grande instabilidade também implica a necessidade de monitoramento contínuo dos custos e das receitas, para ajustar as mudanças de acordo com o mercado.

O indicador que apresenta o menor risco para a produção de tilápia é o lucro. Embora tenha uma probabilidade de 33,4% de ser maior que a média da simulação, ele apresenta uma probabilidade de 95% de ser positivo. Isso significa que, na grande maioria dos casos, o lucro será positivo, com uma chance muito pequena de resultar em prejuízo.

De acordo com Dias; Oliveira (2021), a tilapicultura brasileira tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos, o que pode ser atribuído a diversos fatores. Entre eles, destaca-se a crescente demanda da população por alimentos saudáveis e a ampla capacidade do Brasil em termos de recursos naturais, o que favorece a produção.

Além disso, as características biológicas da tilápia, como sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais e técnicas de cultivo, também são determinantes para o sucesso da atividade no país (PEIXEBR, 2020).

O índice de lucratividade ser positivo é de 62,4%, o que sugere que, em termos gerais, a produção de tilápia apresenta uma probabilidade razoável de gerar lucros operacionais. Esse índice reflete a proporção do lucro em relação à receita obtida com a venda da produção, indicando a eficiência da operação após o pagamento de todas as despesas.

Tanto o custo médio quanto o ponto de nivelamento são indicadores confiáveis para a produção de tilápia, pois apresentam altas probabilidades de resultados positivos 95%, o que indica baixo risco. Sua variabilidade, embora existente, não é tão extrema quanto em outros indicadores, como a margem bruta e líquida.

A taxa de remuneração do capital é um indicador de alto risco para a produção de tilápia. A alta variabilidade e a baixa probabilidade de retornos indicam que, embora exista uma chance razoável de resultados positivos 62,4%, a produção de tilápia pode não gerar retornos satisfatórios na maioria das vezes. A combinação da média baixa de 2,14% e o desvio padrão negativo de -12,95% sugere que os produtores estão expostos a uma alta incerteza financeira, com riscos significativos de baixa rentabilidade ou até prejuízos. A gestão de riscos, o controle de custos e estratégias de mitigação serão essenciais para enfrentar esse cenário.

Contudo, é importante destacar que a seca tem sido um fator prejudicial, impactando negativamente a qualidade da água dos reservatórios, como o açude Castanhão, e ocasionando a morte de uma grande quantidade de peixes devido à falta de oxigênio, o que afeta consideravelmente a economia local.

Corroborando com os resultados mencionados, o estudo de Ximenes; Vidal (2023) aponta que a tilápia se consolidou como um produto significativo no Estado do Ceará, resultado do esforço contínuo dos produtores locais e de sua interação com diversos atores da cadeia produtiva. Além disso, iniciativas como os trabalhos realizados pela Associação Cearense de Aquicultura (ACEAQ) e pela Câmara Setorial da Tilápia, com o apoio da Agência de Desenvolvimento Econômico do Ceará (ADECE), do Sebrae/CE e de fornecedores de insumos, têm contribuído para o levantamento da produção e do mercado, impulsionando a recuperação da atividade no Estado.

Pode-se concluir que, embora a atividade de produção de tilápia apresente resultados econômicos expressivos, ela envolve altos riscos, como a taxa de mortalidade relacionada ao manejo e oxigenação da água, custos elevados com rações e insumos, além da variabilidade climática. A atividade também está sujeita a flutuações nos preços de mercado e mudanças regulatórias, o que exige uma gestão eficiente e planejamento estratégico para garantir a cobertura de custos e geração de lucros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados da pesquisa indicaram que a produção de tilápia é rentável para a maioria dos produtores, cobrindo os custos operacionais e remunerando mão de obra e parte do capital imobilizado. No entanto, é uma atividade de alto risco, devido a fatores como taxa de mortalidade, variação nos custos de insumos e nas condições climáticas.

Apesar desses desafios, os produtores entrevistados apresentaram margens bruta e líquida positivas, o que viabiliza a continuidade da atividade no curto prazo, pois as receitas são suficientes para cobrir parte dos custos fixos, como depreciação, juros, taxas, manutenção e remuneração do empresário.

Dessa forma, a receita da produção cobre todos os custos variáveis, além de despesas com depreciação, manutenção de equipamentos, impostos e taxas, permitindo a permanência do produtor na atividade a médio e longo prazo. Destaca-se que a remuneração do empresário foi considerada nos custos totais de produção.

A análise de risco revela que os indicadores de rentabilidade, como margem bruta, margem líquida e lucro, sugerem que, em média, os produtores conseguem continuar na atividade. No entanto, a produção de tilápia envolve alto risco, o que se refere à probabilidade significativa de imprevistos que possam impactar negativamente os resultados financeiros. Esses riscos estão relacionados a diversos fatores, como a variabilidade nos custos de produção

(ração, combustíveis e medicamentos), além de condições ambientais imprevisíveis, como mudanças climáticas, problemas de oxigenação da água e alta mortalidade de peixes.

O trabalho buscou responder as seguintes questões: qual é o comportamento da produção e dos custos enfrentados pelos produtores de tilápia no açude Castanhão, localizado no município de Jaguaribara? Apesar de os produtores apresentarem uma produtividade média de 30,08/kg, os elevados custos de produção têm um impacto significativo na rentabilidade da atividade. Será que os produtores conseguem viabilizar uma atividade rentável ao considerar todos os riscos associados à produção? Os resultados indicam que mais da metade dos produtores obtiveram lucro e apresentaram margem líquida positiva, o que destaca a relevância e a importância da piscicultura para a economia local.

Além da gestão interna, políticas públicas são essenciais para aumentar a eficiência da atividade. Programas de capacitação, consultoria técnica e informações podem melhorar a produtividade dos produtores. O apoio por meio de linhas de crédito, incentivos fiscais e estímulos ao investimento também é importante para enfrentar desafios financeiros e promover a sustentabilidade da atividade a longo prazo.

Espera-se que os resultados desta pesquisa sejam úteis para investigações futuras e que possam contribuir para o avanço do conhecimento na área. Isso é especialmente relevante considerando que a piscicultura se configura como um setor com significativo potencial de crescimento no mercado.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, n. 6, p. 716–723, 1974.
- BARROS, A. F. *et al.* Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso. 2016. Brasil. **Rev Arch Zoot** 65(249):21-28.
- BRABO, M. F. *et al.* Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 56-64, maio/jun. 2013.
- CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Alternativa econômica para o novo rural do Nordeste brasileiro. **Informe Gepec**, Toledo, v. 10, n. 2, p. 40-53, dez. 2006.
- CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, M. R. D.; LIMA, C. F. de. Análise de risco da produção de banana no município de Missão Velha - Ceará. **RAMA: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, p. 1281-1300, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7660>. Acesso em: 07 out. 2024.
- COSTA, J. W. P. *et al.* Aplicação do Método de Monte Carlo na Análise Econômica de uma Piscicultura Familiar no Estado do Pará, Amazônia, Brasil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, p. 104-115, 2022.
- DIAS, J. M. *et al.* Avaliação econômica da produção de camarão (*Litopenaeus Vannamei*) sob a condição de risco no município de Acaraú, Ceará. **RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, p. 007701-23, 2021.

DIAS, M. E. D.; OLIVEIRA, E. L. A piscicultura brasileira pela ótica do desenvolvimento da genética da tilápia. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 3-15, 2021.

EMILIANO, P. C. *et al.* Critérios de informação de akaike versus bayesiano: análise comparativa. **19º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**, 2010.

EVANS, J. R.; OLSON, D. L. Introduction to Simulation and Risk Analysis. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1998.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Faostat. **Food Balances**. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>>. Acesso em: 30 set. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>>. Acesso em: 30 set. 2024.

KLIEMANN NETO, J. F. *et al.* A gestão de riscos como ferramenta para aumento da competitividade das empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [S. n.], 2010. p. 1-15.

LIMA, C. F. de; CAMPOS, K. C. Análise de risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, p. 39-54, 2018.

MATARAZZO, D. C. **Análise financeira de balanços**: abordagem gerencial. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 372p.

MEDEIROS, N. L. de. **Análise de risco na avaliação econômico financeira de empresas**: uma abordagem estocástica utilizando simulação de Monte Carlo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Biblioteca digital de Teses e Dissertações da UFPE. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3716>.

NGOC, P. T. A. *et al.* Economic feasibility of recirculating aquaculture systems in pangasius farming. **Aqua Econ and Manag** 20(2):185-200. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301904148_Economic_Feasibility_of_Recirculating_Aquaculture_Systems_in_Pangasius_Farming. Acesso em: 08 out. 2024.

OLIVEIRA, M. R. G.; MEDEIROS NETO, L. B. Simulação de Monte Carlo e valuation: uma abordagem estocástica. **REGE-Revista de Gestão**, v. 19, n. 3, p. 493-511, 2012.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2022**. São Paulo: PEIXE BR. 2022. 79p. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>. Acesso em: 1 out. 2024.

PEIXE BR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2020**. Associação brasileira da Piscicultura (Peixe BR). São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 12 out. 2024.

PEDERSEN, M. **Monte Carlo Simulation in Financial Valuation**. Net. 2014. Disponível em: < <http://www.hvass-labs.org/people/magnus/publications/pedersen2013monte-carlo.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2024.

RITTER, F. *et al.* Utilização do Método Monte Carlo para avaliação econômica de policultivos de jundiás, carpas e tilápias-do-Nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. 2014. **Rev Prod Onl** 14(4):1292-1315.

SEBBEN, J. M. **Análise de risco e retorno no estudo de viabilidade econômica e financeira para implantação de um minimercado virtual na cidade de Roca Sales - RS**. 2018. 70f. Monografia (Graduação) - Curso de Administração, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.

SIQUEIRA, R. P. **Análise dos custos de produção da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na região Sul Fluminense**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

SILVA, L. C. da; SOARES, J. L. Análise de investimento em piscicultura: produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural-SOBER**, 47, 2009.

SIMÕES, D.; GOUVEA, A. C. F. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. **Rev Arch Zoot** 64(245):41-48. 2015. Disponível em: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/373>. Acesso em: 08 out. 2024.

VALENTI, W. C. *et al.* Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, [S. l.], n.19, 2021.

XIMENES, L. F.; VIDAL, M. de. F. Piscicultura. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 8, n. 272, 2023. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1737>. Acesso em: 01 set. 2024.