



Mobile access

Artigo

Submetido 6 nov 2024

Aceito 6 dez 2023

Publicado 16 fev 2024

Autor Correspondente

J.W.P. Costa

E-mail:

jhon.ufpa@yahoo.com.br

ISSN

2357-8068

URL

actapesca.com

DOI da Revista

[10.46732/actafish](https://doi.org/10.46732/actafish)

Indexadores/Diretórios

Sumários

www.sumarios.org

Miguilim

<https://miguilim.ibict.br>

Diadorim

www.diadorim.ibict.br

Latindex

www.latindex.org

OPEN ACCESS

VIABILIDADE ECONÔMICA DA CRIAÇÃO DE TILÁPIA *Oreochromis niloticus* EM TANQUES CIRCULARES DE FERROCIMENTO

Economic viability of farming tilapia *Oreochromis niloticus* in ferrocement water tanks

Jhonatan Willians Pimentel Costa^{1,2} , Suane Cristina do Nascimento Matos^{1,2} , Daércio José de Macedo Ribeiro Paixão^{1,2} , Ian Matheus Laranjeira Saraiva^{1,3}  & Geilson Silva Tenório⁴ 

¹Universidade Federal do Pará - UFPA

²Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará - UFPA

³Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

RESUMO

A tecnologia de ferrocimento vem sendo amplamente difundida no Brasil, principalmente por apresentar características construtivas que permitem grandes vantagens com o seu uso na produção de peixes. O objetivo deste estudo foi avaliar economicamente a criação de tilápias *Oreochromis niloticus* em tanques circulares de ferrocimento em uma piscicultura localizada na região do Nordeste paraense, a partir da aplicação do Método de Monte Carlo (MMC). Utilizou-se a metodologia do custo operacional e indicadores de eficiência econômica para avaliação da criação de tilápias no empreendimento analisado. Posteriormente, uma análise de risco utilizando o MMC foi efetuada através do *software @RISK* para Excel 8.2.2, com o objetivo de verificar qual a capacidade de sucesso do empreendimento frente às análises econômicas previstas para a piscicultura em estudo. O Investimento Total encontrado foi de 158.438,70 BRL, Custo Operacional Total (COT) de 8,29 BRL/kg, o Valor Presente Líquido (VPL) em 74.255,15 BRL, Taxa Interna de Retorno (TIR) de 25%, Relação Benefício-Custo (RBC) em 1,46 e por fim, o Período de Retorno do Capital (PRC) de 1 ano e 7 meses. Na análise de risco, as probabilidades de obtenção dos valores previstos no projeto para o VPL, TIR, RBC e PRC foram de 36,3%, 46,2%, 51,7% e 60,7%, respectivamente. Concluiu-se que o empreendimento é rentável, e a aplicação do MMC na análise econômica pode auxiliar nas tomadas de decisão do investidor.

Palavras-chave: análise de risco, Método de Monte Carlo, piscicultura.

ABSTRACT

Ferrocement technology has been widely disseminated in Brazil, mainly because it presents construction characteristics that allow great advantages with its use in fish production. The objective of this study was to economically evaluate the farming of *Oreochromis niloticus* tilapia in circular ferrocement tanks in a fish farm located in the Northeast region of Pará, using the Monte Carlo Method (MCM). The operating cost methodology and economic efficiency indicators were used to evaluate tilapia farming in the analyzed enterprise. Subsequently, a risk analysis using the MCM was carried out using the *@RISK software* for Excel 8.2.2, with the aim of verifying the success capacity of the enterprise in light of the economic analyzes foreseen for the fish farming under study. The Total Investment found was 158,438.70 BRL, Total Operating Cost (TOC) of 8.29/BRL/kg, the Net Present Value (NPV) of 74,255.15 BRL, Internal Rate of Return (IRR) of 25 %, Benefit-Cost Ratio (BCR) at 1.46 and finally, the Capital Return Period (CRP) of 1 year and 7 months. In the risk analysis, the probabilities of obtaining the values predicted in the project for the NPV, IRR, BCR and CRP were 36.3%, 46.2%, 51.7% and 60.7%, respectively. It was concluded that the venture is profitable, and the application of MCM in economic analysis can assist in investor decision-making.

Keywords: Monte Carlo Method, pisciculture, risk analysis.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos segmentos de mercado da produção de alimentos que mais cresce no mundo e nos últimos anos vem passando por sucessivas mudanças que a consolidam como uma importante atividade no agronegócio nacional (FAO, 2020; Peixe-Br, 2020). Este crescimento se dá pela busca constante da população por alimentos mais saudáveis e nutritivos, que podem ser obtidos a partir do consumo de proteínas de excelente qualidade, como peixes, camarões, ostras, mexilhões, algas e outros organismos aquáticos (FAO, 2020; Valenti *et al.*, 2021).

Dentre as espécies produzidas no Brasil, a tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) se destaca como a principal espécie cultivada, representando mais da metade da produção (57%), tornando assim o país como quarto maior produtor desta espécie, com uma estimativa de 758 mil toneladas (Peixe-Br, 2020). Segundo Silva *et al.* (2021), apesar de existirem diversas iniciativas de tilapicultura em praticamente todas as regiões hidrográficas no estado do Pará, a produção desta espécie ainda é incipiente, com a tecnologia empregada pela maioria dos empreendimentos defasada em relação ao restante do país, cadeia produtiva desestruturada e indisponibilidade de insumos básicos para produção da espécie. De acordo com estes mesmos autores, apesar desses entraves e das restrições legais impostas pelos órgãos ambientais, a produção ainda que ínfima, existe, sendo absorvida pelo mercado local.

O cultivo de tilápias se dá principalmente em sistemas intensivos de produção, especialmente em tanques-rede, que apresentam como principal vantagem, a contínua renovação de água e uso de elevadas densidades de estocagem (Paiva *et al.*, 2008). No entanto, novas tecnologias de cultivo vêm surgindo, gerando novas oportunidades de incremento na produção para suprir as crescentes demandas por pescados, tais como os tanques suspensos, construídos em ferro e cimento, ou simplesmente, ferrocimento.

Esses tanques de ferrocimento têm como principais características: alta resistência mecânica, utilização de pequenos espaços físicos e de pouca mão de obra, grande facilidade no manejo e despesca, elevadas densidades de estocagem e produtividade, além do uso sustentável da água. Contudo, todo cultivo intensivo vem seguido de riscos financeiros atrelados a perdas de rentabilidade na produção, em razão principalmente das oscilações de mercado e ao pouco conhecimento de gestão (operacional e financeira) por parte da grande maioria dos produtores rurais (Brandt *et al.*, 2019). Nesse contexto, é de fundamental importância que se determine os aspectos econômicos da atividade, e identificar os itens mais relevantes do custo de produção e os principais parâmetros que influenciam na rentabilidade do negócio.

Dessa forma, faz-se necessário a utilização de ferramentas que auxiliem na definição das estratégias, contribuindo com uma visão mais abrangente da implantação do empreendimento e da gestão dos riscos envolvidos nos processos operacionais, a fim de que as tomadas de decisões por parte dos gestores, sejam efetivas para alcançar resultados mais eficientes e rentáveis economicamente, minimizando os riscos financeiros inerentes à atividade (Ritter *et al.*, 2014; Trombeta *et al.*, 2017; Brandt *et al.*, 2019).

Por essa razão, a simulação pelo Método de Monte Carlo (MMC) torna-se uma importante ferramenta na análise de riscos, onde se permite a modelagem das variáveis do projeto ao longo de sua execução, levando-se em consideração distribuições de probabilidade nas mudanças de fatores e cenários estudados (Simões & Gouvea, 2015). Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar economicamente o cultivo comercial de tilápias em tanques circulares de ferrocimento, em um empreendimento localizado na região do Nordeste paraense, a partir da aplicação do MMC.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Amaflor (01°18'07,10''S; 48°00'02,10''W), localizada no distrito do Apeú, município de Castanhal, Pará. A área total do imóvel é de 87,00 ha, sendo utilizados para atividade aquícola aproximadamente 1,86 ha, onde conta com açude (1,65 ha), viveiro (0,12 ha) e a área onde estão instalados os tanques de ferrocimento (900 m² = 0,09 ha).

A área de estudo (900 m² = 0,09 ha) dispõe ao total de 11 Unidades Produtivas (UPs), sendo um reservatório (60 m³), oito tanques de engorda (30 m³) e dois berçários (10 m³). As UPs contam com sistema de oxigenação composto por: 02 sopradores de ar (0,38 CV cada), 05 difusores de ar para cada tanque de engorda e quatro difusores de ar em cada berçário. O abastecimento do sistema se dá por meio de bombeamento da água do açude para o reservatório (instalado em cota mais elevada), e deste para os demais tanques, por gravidade. As espécies produzidas são o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier,

1816), o pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1823) e a tilápia *O. niloticus*.

O levantamento tanto da infraestrutura quanto dos insumos demandados para cultivo de tilápia, ocorreu de dezembro de 2021 a janeiro 2022, por meio de visitas técnicas semanais ao empreendimento, no intuito de entrevistar o aquicultor sobre os custos de construção dos tanques e de acompanhar o manejo empregado, tais como, a preparação dos tanques, povoamento, alimentação dos peixes, biometrias, despesas e escalonamento da produção. Pesquisa detalhada dos preços dos custos de implantação e produção pelo proprietário no empreendimento foi realizada, sendo considerado os preços praticados no mercado local. Para os itens não disponíveis na região, foi levado em conta o preço na cidade do fornecedor acrescido de seu respectivo frete.

Os alevinos de tilápia da linhagem GIFT foram adquiridos com peso médio aproximado de 5,0 g, oriundos de laboratório localizado na região Sul do Brasil, e transportados por vias aérea e rodoviária. O manejo alimentar empregado na área de estudos seguiu todos os critérios recomendados na literatura, tais como, utilização de ração comercial extrusada com granulometria adequada para tamanho dos animais, bem como taxas de alimentação e frequência alimentar. As biometrias foram realizadas quinzenalmente, para ajustes da alimentação e triagem dos peixes quando necessário.

Para a análise econômica foi considerado um ciclo de produção de 180 dias, em sistema bifásico, adotando produtividade de 30 kg/m³, o que permite produção estimada de 900 kg de peixes /tanque.

Para a fase de recria foram utilizados 02 tanques - berçários (10 m³), densidade de estocagem de 550 indivíduos /m³, com duração de 30 dias e taxa de mortalidade estimada de 10%, para obtenção de peso médio final de 50,0 g. Finalizada a recria, os animais foram transferidos finalmente para os 08 tanques de engorda (30 m³), na densidade de 41,25 peixes /m³, com tempo de cultivo de 150 dias, para obtenção de peso médio final de 800,0 g e taxa de mortalidade estimada inferior a 10%. Com essa estratégia, quando o ciclo da engorda completar 120 dias, os berçários são novamente povoados, e quando os peixes cultivados estiverem ao final da engorda, a recria já estará finalizada, sendo assim possível obter até 2,0 ciclos completos em 11 meses.

Para a estimativa dos custos de produção, foi empregada a estrutura de Custo Operacional proposta por Matsunaga et al. (1976): 1) Custo Operacional Efetivo (COE) = somatório dos custos com contratação de mão de obra, aquisição de insumos e manutenção dos equipamentos; 2) Custo Operacional Total (COT) = somatório do COE com a depreciação de bens de capital, calculada pelo método linear.

Os indicadores de eficiência econômica adotados no presente trabalho foram preconizados por Martin et al. (1998): 1) Receita Bruta = produção anual multiplicada pelo preço médio de venda no atacado; 2) Lucro Operacional Anual = diferença entre a Receita Bruta e o COT; 3) Lucro Operacional Mensal = Lucro Operacional dividido pelo número de meses do ano; 4) Margem Bruta = diferença entre a Receita Bruta e o COT, dividida pelo COT, representada em porcentagem; 5) Índice de Lucratividade = Lucro Operacional dividido pela Receita Bruta, representado em porcentagem; e 6) Ponto de Equilíbrio: COT dividido pelo preço médio de venda no atacado.

Para a análise de investimentos, foi elaborado um Fluxo de Caixa para a determinação de indicadores de viabilidade econômica, sendo o mesmo calculado com base em planilhas de investimentos, despesas operacionais (saídas) e receitas (entradas) para um horizonte de 05 anos.

O Fluxo Líquido de Caixa, resultante da diferença entre as entradas e saídas de caixa, foi utilizado no cálculo dos seguintes indicadores: 1) Valor Presente Líquido (VPL) = valor atual dos benefícios menos o valor atual dos custos ou desembolsos; 2) Taxa Interna de Retorno (TIR) = taxa de juros que iguala as inversões ou custos totais aos retornos ou benefícios totais obtidos durante a vida útil do projeto; 3) Relação Benefício Custo (RBC) = relação entre o valor atual dos retornos esperados e o valor dos custos estimados; e 4) Período de Retorno do Capital (PRC) = tempo necessário para que a soma das receitas nominais líquidas futuras iguale o valor do investimento inicial. A Taxa de Desconto ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA), utilizada como parâmetro para avaliação do VPL e RBC, foi a taxa Selic de 9,25%.

Posteriormente, uma análise de risco utilizando o MMC foi realizada por meio do *software* @RISK para Excel 8.2.2, com o objetivo de verificar qual a capacidade de sucesso do empreendimento, frente às análises econômicas previstas para a piscicultura em estudo. Na análise de riscos, para cada variável de entrada (*inputs*) adotou-se uma distribuição triangular, definida pelo nível médio mais provável, por um valor mínimo e máximo. A geração dos números pseudoaleatórios foi realizada com 10.000 interações das variáveis entre si (Ponciano *et al.*, 2004).

Para o modelo probabilístico adotado, foram considerados como *inputs*: COE (BRL); produção total (kg); preço de venda (BRL/kg) e tempo de cultivo (dias). Para se definir o valor mínimo e máximo dos

inputs, delimitou-se variação de -20% a +20% sobre os valores determinísticos do projeto. Os indicadores de eficiência econômica considerados como variáveis de saída (*outputs*) foram: VPL; TIR; RBC e PRC. Por fim, foi realizada uma análise de sensibilidade para identificar quais *inputs* interferem com maior significância nos *outputs*, podendo elas serem estabelecidas a partir de uma regressão, onde são classificadas em sua respectiva ordem de importância sobre a viabilidade do empreendimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo de implantação do empreendimento foi estimado em 100.560,00 BRL, sendo o item de maior participação, a construção dos tanques de ferrocimento, representando 69,6% do total (Tabela 1). Este tipo de estrutura oferece grandes vantagens, quando comparadas a viveiros escavados por exemplo, pois demandam pequenos espaços, apresentam maior produtividade (suportam elevadas densidades de estocagem), facilidades no manejo e despesca, maior controle da produção e uso racional da água, pois seus efluentes podem ser aproveitados para fertirrigação ou aquaponia. Já os viveiros escavados por sua vez, ocupam grandes áreas do terreno e necessitam de grandes movimentações de terra para sua construção, o que eleva seus custos de implantação (Barros *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2018) em estudo sobre a análise econômico-financeira da construção de tanques circulares para aquicultura relataram que os maiores custos também foram com a construção das estruturas de criação, representando 30% do total do custo de instalação.

Em pesquisa realizada em 17 municípios na área de estudos, foi constatado que 26,66% dos aquicultores são analfabetos, enquanto 40% possuem apenas o 1º grau incompleto (Tenório *et al.*, 2022). Isto reflete possivelmente na ausência de registro de custos, onde 67% não estimaram custos durante a implantação / construção dos empreendimentos aquícolas, o que pode resultar futuramente em prejuízos, já que sem estes importantes dados, não se consegue estimar corretamente o custo de produção.

De acordo com Tenório *et al.* (2023), para seleção de áreas destinadas a aquicultura, 67% dos entrevistados não realizaram pesquisas sobre parâmetros físico-químicos e biológicos da água, bem como nenhum estudo preliminar sobre vazão (m³/s, L/h, L/s), solo (granulometria, aspecto e consistência, permeabilidade, plasticidade e compactação) e levantamento topográfico para construção de suas UPs. Assim como o tipo de solo, a topografia favorável, plana e em cota adequada demandará menores custos com escavações, construção de diques, canais de abastecimento e drenagem. Como instrumento auxiliar, a topografia torna-se indispensável para calcular o volume de movimentação de terra e a estimativa dos custos de implantação por hectare (ha) de viveiro e/ou barragem. Com relação à infraestrutura básica, 60% dos entrevistados não a levaram em consideração na seleção de áreas. Os que a levaram em conta, 50% se preocuparam com acesso, 33% com disponibilidade de energia elétrica, e a minoria (17%) com a proximidade dos centros de comercialização e fornecimentos de insumos.

Segundo estes mesmos autores, quanto à elaboração dos projetos, na grande maioria dos casos, não houve dimensionamento das unidades de produção (93%), das estruturas de cultivo (87%) e estudos de mercado (80%). Além disso, no estado do Pará, ainda há grande dificuldade de logística de máquinas, como retroescavadeiras e tratores de esteira, pois as mesmas necessitam de transporte auxiliar para sua locomoção até o local desejado, tornando ainda mais oneroso seu uso (Brabo *et al.*, 2014).

O Custo Operacional Efetivo obtido foi de 57.878,70 BRL, o COT de 59.690,03 BRL e o COT de 8,29 BRL/kg, sendo a aquisição da ração, o item mais oneroso do custo de produção, representando 82,7% do dispêndio total, mesmo adotando Fator de Conversão Alimentar Aparente (FCA) acumulado ao longo do ciclo de produção de 1,6:1 (Tabela 2). Silva *et al.* (2018) encontraram valores de custos com ração que variaram de 26% a 29% dos investimentos totais em estudo com tanques circulares. De acordo com Filho (2019), ao avaliar a viabilidade econômica da engorda de pirarucus em tanques suspensos, os valores com aquisição de ração, representaram o item mais elevado do custo de produção, com cerca de 63,5%. Em estudos com tambaquis em viveiros escavados, Brabo *et al.* (2021) encontraram valor de 75,6% referentes à aquisição de ração, sendo o item mais representativo do custo de produção.

Por essa razão, independente da espécie cultivada, o manejo alimentar deve ser realizado com todos os procedimentos adequados, desde o uso de ração de excelente qualidade até a forma correta de arraçamento, para que se evite ao máximo, o desperdício (Kubitza, 2006). Vale ressaltar que no custo operacional do presente estudo, não foi computado o valor com mão-de-obra permanente e encargos sociais, já que na propriedade existe apenas um único funcionário que gerencia a fazenda, realizando o manejo na piscicultura sob recomendações técnicas do proprietário.

Tabela 1. Participação no Custo de Implantação de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

Item	Unidade	Quantidade	Valor unitário (BRL)	Valor total (BRL)	%	Vida útil (anos)	Depreciação (BRL)
Limpeza da área	ha	0,5	600,00	300,00	0,3	-	-
Levantamento topográfico	ha	0,5	1.000,00	500,00	0,5	-	-
Tanque berçário (10 m ³)	unidade	2	4.000,00	8.000,00	8,0	-	-
Tanque de engorda (30 m ³)	unidade	8	6.500,00	52.000,00	51,7	-	-
Tanque reservatório (60 m ³)	unidade	1	10.000,00	10.000,00	9,9	-	-
Tubos e conexões (abastecimento e drenagem)	unidade	8	270,00	2.160,00	2,1	10	216,00
Soprador (0,38 CV)	unidade	2	2.500,00	5.000,00	5,0	5	1.000,00
Sistema de oxigenação (tubos e conexões)	unidade	2	1.500,00	3.000,00	3,0	10	300,00
Kit difusores	unidade	48	150,00	7.200,00	7,2	5	1.440,00
Estrutura de apoio	m ²	4	400,00	1.600,00	1,6	20	80,00
Rede anti pássaro	unidade	1	300,00	300,00	0,3	5	60,00
Rede de despesca	unidade	2	500,00	1.000,00	1,0	5	200,00
Balança	unidade	2	350,00	700,00	0,7	5	140,00
Puçá	unidade	2	100,00	200,00	0,2	3	66,67
Caixa d'água	unidade	2	300,00	600,00	0,6	5	120,00
Regularização do empreendimento	verba	-	5.000,00	5.000,00	5,0	-	-
Outros Custos	verba	-	3.000,00	3.000,00	3,0	-	-
Total	-	-	-	100.560,00	100,0	-	3.622,67

Além de seu salário ser pago exclusivamente a partir de receitas geradas pela atividade principal desenvolvida na propriedade (cultivo de flores nativas), para esse tamanho de módulo de produção e tipo de sistema de cultivo, em razão das vantagens de manejo já citadas anteriormente, um funcionário fixo exclusivo poderia ficar muito tempo ocioso, em razão da grande praticidade da rotina. O acréscimo no projeto com salários e encargos sociais relativos à contratação de mão-de-obra permanente, excepcionalmente para a piscicultura, elevaria o COT 11,72 BRL/kg, valor próximo ao preço de venda praticado pelo mercado local para a espécie, tornando o projeto pouco rentável.

Contudo, esses custos não podem ser negligenciados em projetos de piscicultura, já que caracterizam a seriedade e profissionalismo da atividade e devem ser computados para garantir um controle rígido de gestão, contribuindo para a redução dos riscos e eficiência econômica do negócio (Belchior & Dalchiavon, 2017).

Tabela 2. Participação no Custo de Produção de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

Item	Unidade	Quantidade	Valor unitário (BRL)	Valor total (BRL)	%
Alevinos	milheiro	11	200,00	2.200,00	3,7
Ração 56% PB farelada	saco de 25 kg	8	195,17	1.561,36	2,6
Ração 46% PB 1,7 mm	saco de 25 kg	20	187,76	3.755,20	6,3
Ração 36% PB 2 - 4 mm	saco de 25 kg	61	126,56	7.720,16	12,9
Ração 32% PB 4 - 6 mm	saco de 25 kg	70	110,08	7.705,60	12,9
Ração 28% PB 6 - 8 mm	saco de 25 kg	302	94,69	28.596,38	47,9
Mão de obra eventual	diária	4	60,00	240,00	0,4
Energia elétrica	verba	-	2.500,00	2.500,00	4,2
Manutenção	verba	-	1.800,00	1.800,00	3,0
Outros Custos	verba	-	1.800,00	1.800,00	3,0
COE	-	-	-	57.878,70	-
Depreciação	-	-	-	1.811,33	3,0
COT	-	-	-	59.690,03	100,0
COT /kg				8,29	

O Investimento Total do empreendimento foi estimado em 158.438,70 BRL, enquanto o Lucro Operacional / ciclo em 26.709,97 BRL; VPL em 74.255,15 BRL; TIR em 25%, e por fim, PRC em 1,7 anos, atestando a rentabilidade atraente da atividade no cenário estudado (Tabela 3).

Tabela 3. Indicadores de eficiência econômica de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

Indicadores Econômicos	Valores (BRL)
Investimento Total	158.438,70
Custo Operacional Total	59.690,03
Custo Operacional Total unitário/Kg)	8,29
Receita Bruta	86.400,00
Lucro Operacional/Ciclo	26.709,97
Lucro Operacional Mensal	4.451,66
Ponto de Equilíbrio	4.974,2
Margem Bruta (%)	44,7%
Índice de Lucratividade (%)	30,9%
Valor Presente Líquido	74.255,15
Taxa Interna de Retorno (%)	25%
Período de Retorno do Capital (anos)	1,7 anos

Os resultados da análise de riscos, projetados na simulação pelo MMC, na presente pesquisa, demonstraram uma probabilidade de 36,3% de o produtor obter VPL de 0,00 BRL a 74.255,15 BRL, além de probabilidade de 48,9% de o valor ser superior ao cálculo previsto no projeto (Figura 1).

Segundo Assaf Neto (2014) e Ross *et al.* (2015), o VPL indica que se o valor do projeto for < 0, significa que o retorno do investimento foi menor que o valor calculado, tornando o projeto inviável. Contudo, se o valor do projeto for ≥ 0 , o mesmo receberá indicação de viabilidade.

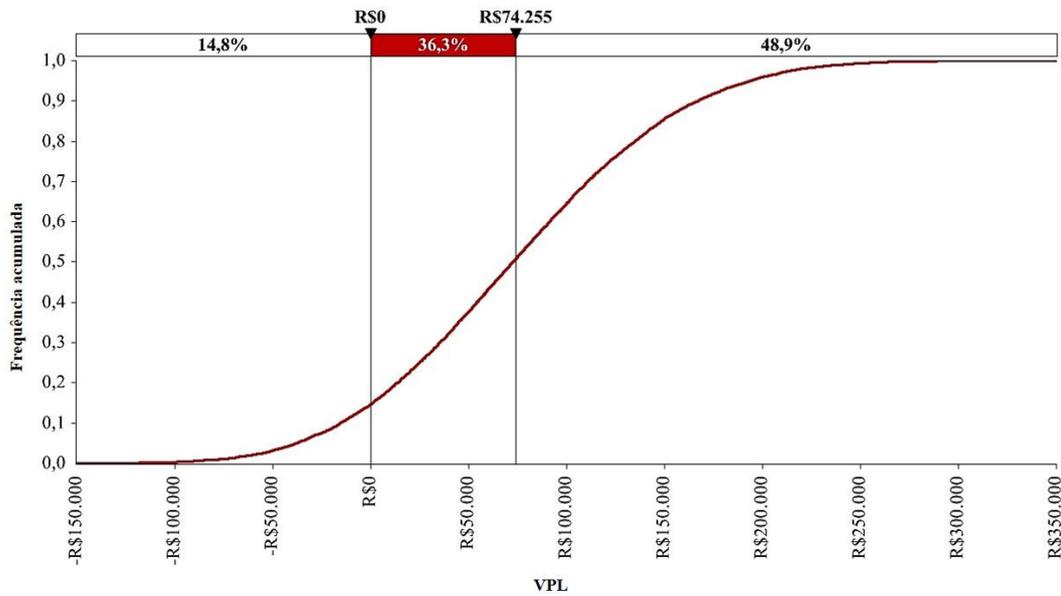


Figura 1. Frequência acumulada do Valor Presente Líquido (VPL) simulado de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

Em relação à TIR, os dados revelaram probabilidade de ocorrência de 46,2% para obter percentual de sucesso de 25%, previsto no projeto. A TIR representa um indicador de rentabilidade do investimento, apresentando-se atrativamente superior à TMA de 9,25% adotada, possibilitando ao proprietário remuneração do capital investido superior aos títulos de renda fixa disponíveis no mercado financeiro (Figura 2).

De acordo com Hoji (2010), esse indicador quando superior à TMA, faz com que o investimento seja economicamente viável. Segundo Coelho *et al.* (2021), uma TIR de 33% para a criação de tilápias em tanques-rede, adotando TMA de 10%, atesta também um projeto economicamente viável. Silva *et al.* (2018) relataram um valor da TIR de 38% para tanques circulares de ferrocimento.

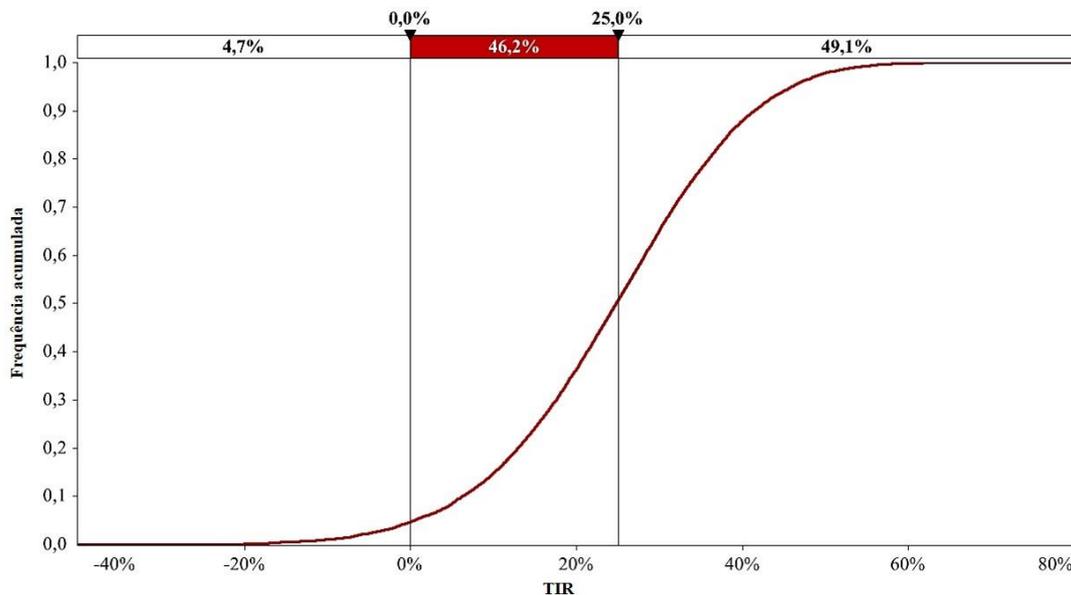


Figura 2. Frequência acumulada da Taxa Interna de Retorno (TIR) simulada de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

No tocante à RBC encontrado na análise determinística, relevou valor de retorno de 1,46, indicando que para cada 1,00 BRL investido, o empreendedor terá 1,46 BRL de retorno. Na análise de riscos, a probabilidade de obtenção desse valor foi de 51,7% (Figura 3). Já em relação ao PRC, o mesmo foi

calculado em 1,7 anos, apresentando probabilidade de ocorrência de 60,7% (Figura 4).

No presente estudo, o tempo do retorno do capital investido foi próximo ao obtido por Costa *et al.* (2021) - de 1,4 anos - ao avaliar unidade produtiva de alevinos localizada na região do Sudeste paraense, e por sua vez, inferior ao encontrado por Brande *et al.* (2021), ao analisarem dois cenários distintos para cultivo de tilápias em tanques-rede: um para produção de 2,0 toneladas /mês e outro para 4,0 toneladas /mês, o qual variou de 4,92 a 3,76 anos, respectivamente. Dessa forma, os resultados encontrados no presente estudo se mostram bastante atraentes quando comparados a outros investimentos.

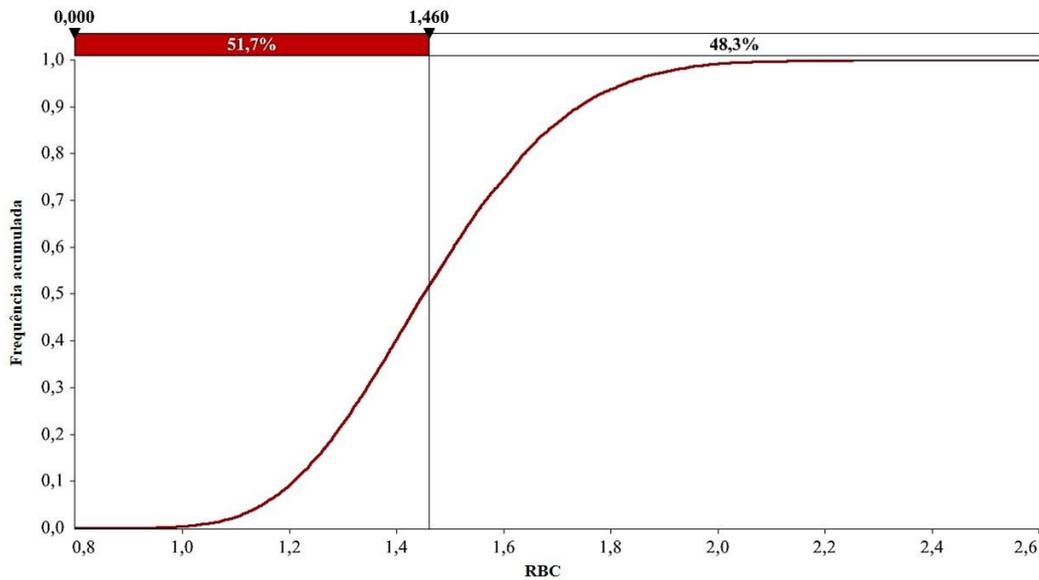


Figura 3. Frequência acumulada da Relação Benefício - Custo simulada de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

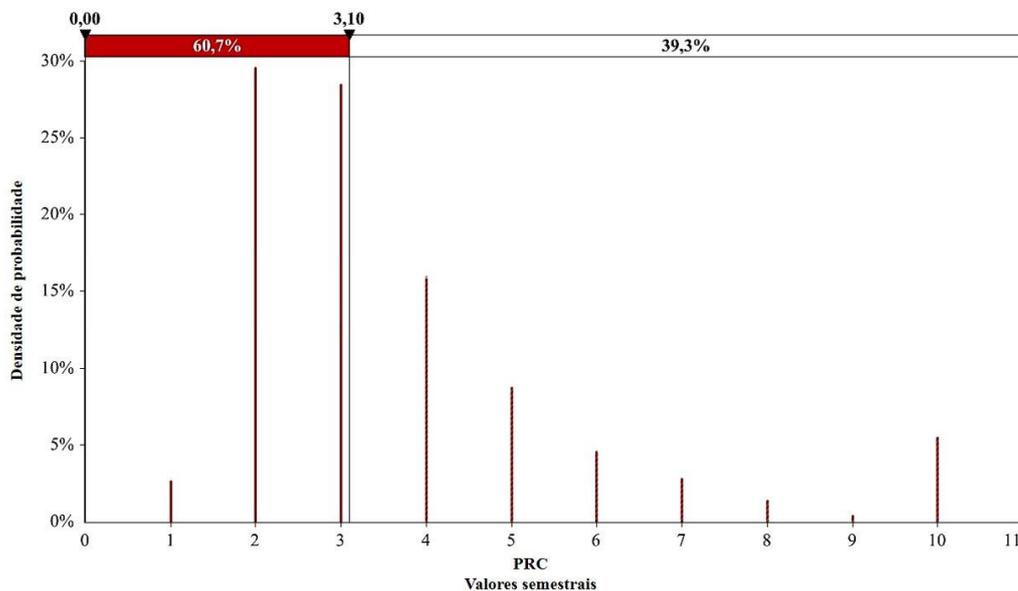


Figura 4. Histograma do Período de Retorno de Capital simulado de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

Por fim, a análise de sensibilidade indicou que das 04 variáveis de entrada da simulação, 03 exerceram influência significativa na viabilidade econômica do projeto de investimento, sendo a produção (kg) e o preço de venda (BRL), as variáveis de maior impacto positivo sobre o VPL, com valores de correlação de 0,63 e 0,62, respectivamente. Em contrapartida, o COE representou influência negativa sobre o VPL, com valores de correlação de - 0,42, já que à medida que o valor do COE aumenta, conseqüentemente ocorre a diminuição do VPL, justificando dessa forma, a barra para a esquerda do gráfico, que representa

correlação inversamente proporcional ao VPL (Figura 5). Valores similares foram encontrados para a TIR.

Portanto, essas variáveis proporcionam papel determinante nos cenários de rentabilidade do negócio, ajudando o investidor na tomada de decisão para obter melhores resultados diante de cada realidade enfrentada, podendo, por exemplo, adotar novas formas de manejo alimentar, e assim proporcionar maior produtividade do sistema e/ou diversificando os canais de comercialização, afim de garantir melhores preços na venda de seus produtos.

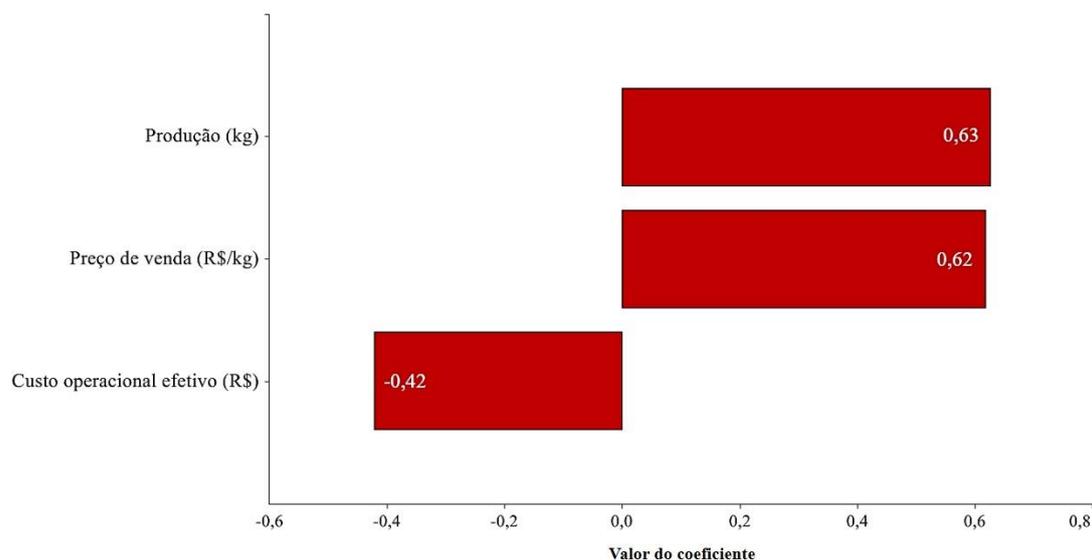


Figura 5. Coeficiente de Correlação Linear de Spearman das variáveis de entrada mais significativas em relação ao Valor Presente Líquido (VPL) de um empreendimento de cultivo de tilápia *O. niloticus* em tanques circulares de ferrocimento na área de estudo.

CONCLUSÕES

É possível afirmar que há rentabilidade econômica no cultivo intensivo de tilápias em tanques circulares de ferrocimento. A aplicação da abordagem da análise de riscos, por meio da simulação pelo MMC, permite a observação de indicadores estratégicos para mensurar e monitorar os mesmos, e também identificar quais as variáveis que mais interferem na rentabilidade e atratividade do projeto, ou seja, a produção e o preço de venda.

Por fim, sugere-se aos aquicultores e aos futuros investidores a utilização de outras estratégias de escalonamento da produção, para melhor otimizar as estruturas existentes da piscicultura, e assim obter mais ciclos anuais (por exemplo, três ciclos de quatro meses), analisando para isso as formas de inserção da produção no mercado.

REFERÊNCIAS

- Assaf-Neto, A. (2014). *Finanças corporativas e valor*. São Paulo: Atlas.
- Barros, A.F., Maeda, M.M., Maeda, A., Silva, A.C.C. & Angeli, A.J. (2016). Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 65: 21-28.
- Belchior, E.B. & Dalchiavon, F.C. (2017). Economic viability of tambaqui production in the municipality of Ariquemes-RO. *Boletim do Instituto de Pesca*, 43: 373-384.
- Boechat, F.P., Rodrigues, D.A., Ribeiro, G.M. & Freitas, R.R. (2015). Avaliação econômica de uma atividade piscícola de água doce no norte do Espírito Santo, Brasil. *Actapesca*, 3: 10-23.
- Brabo, M.F., Silva, G., Campelo, D., Veras, G., Bezerra, A. & Santos, M.A. (2021). Production strategy influence on the economic viability of a family fish farm in Pará state, Amazon, Brazil. *International Journal for Innovation Education and Research*, 9: 540-549.

Brabo, M.F., Dias, B.C.B., Santos, L.D., Ferreira, L.A., Veras, G.C. & Chaves, R.A. (2014). Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no Nordeste paraense na perspectiva dos extensionistas rurais. *Informações Econômicas*, 44: 1-13.

Brande, M.R., Leonardo, A.F.G., Ganoa, C.A.P., Reis Neto, R.V. & Bueno, G.W. (2019). Viabilidade bioeconômica de pisciculturas familiares produtoras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em área de Mata Atlântica em São Paulo, Brasil. *Custos e Agronegócios online*, 15, 2-18.

Brande, M.R., Santos, D.F.L., Godoy, E.M., Petersen, M.G., Godoi, F.C.M. & Bueno, G.W. (2021). Riscos financeiros e aplicação do BSC para tomada de decisão e gestão futura em negócio familiar produtor de tilápia em tanques-rede. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4: 6552-6567.

Coelho, G.A.; Souza, A.R.L.; Fernandes, A.M. & Oliveira, L. (2021). Viabilidade econômica e financeira da produção de tilápias na região metropolitana de Porto Alegre/RS. *Custos e Agronegócio online*, 17: 286-308.

Costa, M.W.M., Bicelli, B.C., Rodrigues, R.P., Brabo, M.F., Veras, G.C., Monteiro, E.P. & Santos, M.A.S. (2021). Análise econômica de uma unidade de produção de alevinos na região da transamazônica, Sudoeste Paraense. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 10: 444-460.

FAO – Food and Aquaculture Organization of the United Nations. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Sustainability in Action*. ONU.

Filho, J.C. (2019). Pirarucu em sistemas de alta densidade: empresa peruana comprova viabilidade da engorda em tanques circulares. *Panorama da Aquicultura*, 59-63.

Kubitza, F. (2006). Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. *Panorama da Aquicultura*, 15-22.

Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.Á. & Okawa, H. (1998). Sistema integrado de custos agropecuários (CUSTAGRI). *Informações Econômicas*, 28: 7-27.

Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dullely, R.D., Okawa, H. & Pedroso, I.A. (1976). Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 23: 123-139.

Paiva, P., Mainardes-Pinto, C.S.R., Verani, J.R. & Silva, A.L. (2008). Produção da tilápia tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume instalados em viveiros de piscicultura povoados ou não com a mesma espécie. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 79-88.

Peixe-BR - Associação Brasileira da Piscicultura. (2020). *Anuário Peixe-BR da Piscicultura 2020*. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura.

Ponciano, N.J., Souza, P.M., Mata, H.T.C., Vieira, J.R. & Morgado, I.F. (2004). Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 42: 615-635.

Ritter, F., Pandolfo, A., Barcellos, L.J.G., Ritter, V.R.S., Pandolfo, L.M., Tagliari, L.D. & Barbacovi, N.E. (2014). 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. *Revista Produções Online*, 14: 1292-1315.

Ross, S.A., Westerfield, R.W. & Jaffe, J. (2015). *Administração financeira: versão brasileira de*

corporate finance. Porto Alegre: AMGH.

Silva, J.S., Oliveira, L.G. & Pereira-Neto, A. (2018). Análise econômico-financeira da construção de tanques circulares para a aquicultura. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 6: 50-60.

Silva, L.R.B., Brabo, M.F., Pereira, M.C., Martins, C.M., Santos, M.A.S, Costa, B.G.B. & Silva, K.C.A. (2021). Cenário atual e perspectivas da tilapicultura no estado do Pará frente ao novo marco regulatório da atividade. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 56: 249-274.

Simões D. & Gouvea, A.C.F. (2015). Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. *Revista Archivos de Zootecnia*, 64: 41-48.

Tenório, G.S., Tenório, J.J.A.S., Campos, O.T.L., Alves, J.A., Silva, M.R.C. & Silva, L.A.F. (2022). Diagnóstico do perfil socioeconômico do aquicultor na região litorânea do Pará. *Latin American Journal of Development*, v.4, n.5, p. 1720-1728.

Tenório, G.S., Tenório, J.J.A.S., Campos, O.T.L., Lopes, P.C., Pinheiro, J.M.L., Seabra, L.C., Bahia, M.M. & Junior, J.G.R. (2023). Panorama sobre planejamento e implantação de empreendimentos aquícolas na região litorânea paraense. *Latin American Journal of Development*, v.5, n.1, p. 461-473.

Trombeta, T.D., Bueno, G.W. & Mattos, B.O. (2017). Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no Distrito Federal. *Informações Econômicas*, 47: 42-49.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W. & Cavalli, R.O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, 19: 1-18.