







Article

# Aplicação do Método de Monte Carlo na Análise Econômica de uma Piscicultura Familiar no Estado do Pará, Amazônia, Brasil

Jhonatan Willians Pimentel Costa\*<sup>1</sup> , Gerefeson Almeida da Silva<sup>2</sup> , Max Wendel Milhomem Costa<sup>3</sup> , Suane Cristina do Nascimento Matos<sup>4</sup> , Evaldo Martins da Silva<sup>5</sup> , Marcos Ferreira Brabo<sup>6</sup> 

<sup>1</sup> Mestre (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0003-4291-3062. E-mail: jhon.ufpa@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestrando (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0003-2325-2051. E-mail: almeida.ufpa@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0001-9883-0552. E-mail: milhomemfish@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0002-8361-6913. E-mail: suanematos@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Doutor (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0002-2752-9815. E-mail: evaldms@ufpa.br

<sup>6</sup> Doutor (Universidade Federal do Pará). ORCID: 0000-0001-8179-9886. E-mail: mbrabo@ufpa.br

\*Correspondence: jhon.ufpa@yahoo.com.br

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi aplicar o Método de Monte Carlo (MMC) na análise econômica de uma piscicultura familiar no estado do Pará. Utilizou-se a metodologia do custo operacional e indicadores de eficiência econômica para avaliação de uma criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com total de 7.200 m<sup>2</sup> de lâmina d'água. Posteriormente, uma análise de risco utilizando o MMC foi efetuada através do *software @RISK*, a fim de atestar a capacidade de pagamento do empreendedor no caso da obtenção de crédito rural por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. O Investimento Total foi estimado em R\$ 94.119,00, o Custo Operacional Total por kg em R\$ 6,04, o Valor Presente Líquido (VPL) em R\$ 97.022,32, a Taxa Interna de Retorno (TIR) em 33%, a Relação Benefício Custo (RBC) em R\$ 1,27 e o Período de Retorno do Capital (PRC) em 3,4 anos. Na análise de risco, as probabilidades de obtenção dos valores previstos no projeto para o VPL, a TIR, a RBC e o PRC foram 42%, 51,2%, 52,5% e 74,2%, respectivamente. Concluiu-se que o empreendimento é rentável e a aplicação do MMC na análise econômica pode auxiliar determinadamente nas tomadas de decisão do investidor.

**Palavras-chave:** análise de risco; *Colossoma macropomum*; crédito rural.

## ABSTRACT

The objective of this study was to apply the Monte Carlo Method (MCM) to the economic analysis of a family fish farming in the State of Pará. The operational cost methodology and economic efficiency indicators were used to evaluate a tambaqui *Colossoma macropomum* creation in ponds with a total of 7,200 m<sup>2</sup> of flooded area. Subsequently, a risk analysis using the MCM was done through *@RISK* software, in order to attest the entrepreneur's ability to pay in case of obtaining rural credit through the National Program to Strengthen Family Agriculture. The Total Investment was estimated in R\$ 94,119.00, the Total Operating Cost per kg in R\$ 6.04, the Net Present



Submissão: 14/06/2021



Aceite: 15/06/2022



Publicação: 02/08/2022



Value (NPV) in R\$ 97,022.32, the Internal Rate of Return (IRR) in 33%, the Cost Benefit Ratio (CBR) R\$ 1.27 and Period of Return of Capital (PRC) in 3.4 years. According to the risk analysis, the probability of obtaining the predicted project values for NPV, IRR, CBR and PRC are 42%, 51.2%, 52.5% and 74.2%, respectively. It was concluded that the project is profitable and the application of the MCM in the economic analysis can help decisively in the decisions of the investor.

**Keywords:** risk analysis; *Colossoma macropomum*; rural credit.

## 1. Introdução

Por mais que a piscicultura de água doce no Brasil tenha experimentado um expressivo crescimento nos últimos anos, grande parte dos produtores ainda não realiza os controles zootécnico e econômico de maneira eficiente (Brabo et al. 2017a). Por conta disso, em diversos empreendimentos comerciais, tal situação acaba dificultando os produtores no planejamento e na tomada de decisão, podendo levar à adoção de sistemas de produção inadequados com a realidade do investidor e da propriedade, além da falta de conhecimento do custo de produção e de outros aspectos econômicos como a viabilidade econômica e a rentabilidade do negócio (Brabo et al. 2013).

Neste contexto, os piscicultores que realizam um adequado controle de custos e receitas apresentam empreendimentos mais competitivos, visto que reúnem informações que lhes permitem projetar cenários econômicos pessimistas e otimistas, o que tende a garantir melhores resultados na atividade. Por outro lado, projetos que não possuem esses registros têm maior probabilidade de insucesso do que de prosperar no mercado em concorrência perfeita (Barros et al. 2016).

Diversos estudos de avaliação econômica na piscicultura têm sido desenvolvidos no Brasil (Sanches et al. 2013; Vilela et al. 2013; Brabo et al. 2013; Brabo et al. 2015a; Brabo et al. 2015b; Sabaini et al. 2015; Barros et al. 2016; Santos-Filho et al. 2016; Brabo et al. 2017a; Brabo et al. 2017b; Belchior & Dalchiavon 2017). Porém, uma das fragilidades que envolvem essas pesquisas é sua limitação a modelos determinísticos, o que resulta em um elevado grau de incerteza, visto que estabelecem valores para variáveis passíveis de grande oscilação (Simões & Gouvea 2015).

Essa limitação pode levar os investidores a tomarem decisões equivocadas ou pouco adequadas em termos de estratégias de produção, o que torna mais indicado utilizar métodos probabilísticos para avaliar os indicadores econômicos de projetos de investimento. Diante disso, as técnicas de simulação surgem como uma importante ferramenta para prever e minimizar os riscos (Ritter et al. 2014).

Segundo Corrar (1993), a técnica de simulação mais utilizada para análise de risco é a Simulação de Monte Carlo ou Método de Monte Carlo (MMC). Esse método foi proposto para solução de problemas matemáticos cujo tratamento analítico não se mostrava viável. Posteriormente, verificou-se que ele poderia ser aplicado à problemas matemáticos mais complexos de natureza determinística.

Alguns autores aplicaram o MMC na avaliação econômica de empreendimentos de piscicultura. Sabbag (2013) analisou a produção de tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) no reservatório de Ilha Solteira, estado de São Paulo. Ritter et al. (2014) estudaram o policultivo de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard 1824), carpas e tilápia no Rio Grande do Sul. Simões e Gouvea (2015) avaliaram a criação de tilápia em tanques-rede no município de Botucatu, estado de São Paulo. Ngoc et al. (2016) analisaram a criação de pangásio *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage 1878) em sistemas de recirculação em fazendas no Vietnã. Contudo, ainda não existem trabalhos efetuando análise de risco com essa ferramenta em projetos de criação de peixes na Amazônia, região onde o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier 1816) assume papel de destaque e é produzido principalmente em iniciativas de pequeno porte que operam em regime de economia familiar.

O objetivo deste estudo foi aplicar o Método de Monte Carlo (MMC) na análise econômica de uma piscicultura familiar localizada no estado do Pará, a fim de atestar a capacidade de pagamento do empreendedor no caso da obtenção de crédito rural por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) do Governo Federal.

## 2. Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Sítio Bom Gosto (46°56'20,71" S 00°58'26,31" O), propriedade rural localizada na Comunidade do Flexal, município de Tracuateua, estado do Pará. Além da piscicultura em viveiros escavados, outras atividades agropecuárias são praticadas nessa propriedade, como: avicultura, bovinocultura e fruticultura. A área total do imóvel é de 35,6 hectares, a mão de obra utilizada



é predominante da própria família, que também é responsável pela gestão das atividades econômicas, o que caracteriza esse empreendimento como familiar rural de acordo com a Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006 (Brasil 2006).

O levantamento da infraestrutura e dos insumos demandados para criação de tambaqui ocorreu de janeiro a junho de 2017, por meio de excursões mensais ao empreendimento para acompanhamento da rotina da piscicultura e entrevista com o proprietário acerca do manejo adotado em termos de preparação dos viveiros, povoamento, alimentação dos peixes, biometrias, despescas e escalonamento da produção. No mesmo período, foi efetuada uma consulta de preços no mercado local e para os itens não disponíveis foi considerado o preço na cidade do fornecedor acrescido de frete, como no caso da rede de arrasto e da balança dinamométrica.

A piscicultura analisada possuía 4.200 m<sup>2</sup> de lâmina d'água, divididos em quatro viveiros escavados com áreas de 1.404 m<sup>2</sup>, 1.287 m<sup>2</sup>, 805 m<sup>2</sup> e 704 m<sup>2</sup>, abastecidos por bombeamento. A calagem dos viveiros ocorria com cal virgem na proporção de 100 g/m<sup>2</sup> e a adubação com esterco de frango curtido na proporção de 50 g/m<sup>2</sup>. Os alevinos eram adquiridos com peso aproximado de 5 g de um produtor com matrizes chipadas localizado no município de Peixe boi (PA), com o transporte tendo duração de cerca de três horas por via rodoviária. A alimentação ocorria exclusivamente com ração comercial extrusada, com os devidos critérios em termos de taxa de alimentação, frequência alimentar e granulometria. As biometrias eram realizadas mensalmente, o ciclo de produção durava cerca de um ano para obtenção de um peso médio final de 1 kg e a comercialização ocorria principalmente no período da semana santa.

A intenção do proprietário era ampliar o empreendimento, construindo mais três viveiros escavados de 1.000 m<sup>2</sup> cada um, o que o fariam totalizar 7.200 m<sup>2</sup> de lâmina d'água. Assim, a análise econômica e a análise do MMC considerou a área total de 7.200 m<sup>2</sup> de lâmina d'água para uma produção em sistema bifásico, com os viveiros de 1.287 m<sup>2</sup> e 805 m<sup>2</sup> sendo adotados como berçário e os demais destinados a engorda. Na recria, o ciclo de produção foi estimado em 180 dias, para um peso médio final de 400 gramas na densidade de estocagem de 2,5 indivíduos/m<sup>2</sup> e uma taxa de mortalidade de cerca de 20%. Na engorda, seriam mais 180 dias para obtenção de um peso médio final de 1 kg, na densidade de estocagem de 1 indivíduo/m<sup>2</sup> e uma taxa de mortalidade de 10%.

Para a estimativa do custo de produção, foi empregada a estrutura de custo operacional proposta por Matsunaga et al. (1976), com os seguintes itens: 1) Custo Operacional Efetivo (COE) = somatório dos custos com contratação de mão de obra, encargos sociais, aquisição de insumos e manutenção dos equipamentos (3% do COE), ou seja, é o dispêndio efetivo (desembolso) realizado pelo investidor; 2) Custo Operacional Total (COT) = somatório do Custo Operacional Efetivo (COE) com a depreciação de bens de capital, que neste caso foi calculada pelo método linear.

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

Para a análise de investimento, foi elaborado o fluxo de caixa e feita a determinação de indicadores de viabilidade econômica. O fluxo de caixa foi calculado com base em planilhas de investimento, despesas operacionais (saída) e receitas (entradas), para um horizonte de 25 anos. O Fluxo Líquido de Caixa (FLC), 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) adotada para avaliação do VPL e do RBC foi de 10%.

Posteriormente, uma análise de risco utilizando o MMC foi efetuada através do *software* @RISK 6.2 para Excel, a fim de atestar a capacidade de pagamento do empreendedor no caso da obtenção de crédito rural por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), mais precisamente pela linha PRONAF Mais Alimento. Essa linha apresenta taxa de juros de 5,5% ao ano, três anos de carência e prazo para quitação de dez anos na modalidade investimento, enquanto a modalidade custeio possui taxa de



juros de 2,5% ao ano e prazo para quitação de dois anos. Neste caso, os valores financiados foram R\$22.848,00 de investimento, que compreende a escavação dos novos viveiros e a aquisição de equipamentos, e R\$17.028,06 de custeio, que contempla a aquisição dos alevinos, ração e outros insumos.

Na análise de risco, para cada variável de entrada (*inputs*) adotou-se uma distribuição triangular, em virtude do não conhecimento das distribuições de cada variável, visto que essas distribuições possuem a maior implicação sobre o resultado financeiro do projeto, conforme função abaixo. Lyra et al. (2010) relatam que diante de dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidades de cada uma das variáveis mais relevantes, esse é o procedimento usual.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} ; a < x < c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} ; c < x < b \end{cases}$$

Sendo a = nível mínimo, b = nível máximo e c = nível médio mais provável.

A distribuição triangular foi definida pelo nível médio mais provável ou moda, por um nível mínimo e um nível máximo, o que é importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis, de acordo com Ponciano et al. (2004). A geração dos números pseudoaleatórios foi realizada com 10.000 iterações das variáveis entre si, valor este suficiente para que a distribuição seja o mais real possível.

Para o modelo probabilístico adotado foram considerados como *inputs*: o COE (R\$), a produção total (kg) e o preço de primeira comercialização do produto (R\$/kg). Para se definir o valor mínimo modal e máximo dos *inputs*, delimitou-se uma variação de -20% a +20% em cima dos valores determinísticos. Os indicadores de eficiência econômica considerados como variáveis de saída (*outputs*) foram: o VPL, a TIR, a RBC e o PRC.

A fase final na condução da análise de risco foi a simulação real do modelo. As distribuições de probabilidade foram ajustadas aos dados e aplicadas às células contendo as variáveis aleatórias ou incertas, onde o modelo foi simulado. Por fim, realizou-se uma análise de sensibilidade para identificar quais *inputs* afetaram significativamente os *outputs*, sendo as mesmas classificadas em sua respectiva ordem de importância sobre a rentabilidade do empreendimento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo de implantação do empreendimento foi estimado de R\$ 34.610,00, com a escavação dos viveiros sendo o item mais significativo com 74,4% (Tabela 1). Vale ressaltar que os custos com a elaboração do projeto, obtenção de Licenciamento Ambiental, Registro de Aquicultor, Licença de Aquicultor, Cadastro Técnico Federal e Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos não foram computados em função do porte do empreendimento.


 Tabela 1. Custo de implantação de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017.

Custo de implantação							
Item	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	%	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R\$)
Limpeza da área	homem/dia	6	50,00	300,00	0,9	-	-
Levantamento topográfico	hectare	1	400,00	400,00	1,2	-	-
Escavação dos viveiros	hora/máquina	103	250,00	25.750,00	74,4	25	1.030,00
Tubos e conexões	verba	-	-	1.000,00	2,9	5	200,00
Bomba hidráulica	unidade	1	3.000,00	3.000,00	8,7	10	300,00
Rede de arrasto	unidade	2	1.200,00	2.400,00	6,9	5	480,00
Puçá	unidade	2	100,00	200,00	0,6	5	40,00
Balança	unidade	2	150,00	300,00	0,9	5	60,00
Carro de mão	unidade	1	180,00	180,00	0,5	5	36,00
Balde plástico	unidade	2	25,00	50,00	0,1	5	10,00
Outros custos	verba	-	-	1.030,00	3,0	-	-
<b>Total</b>	-	-	-	<b>34.610,00</b>	<b>100,0</b>		<b>2.156,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Vilela et al. (2013) analisando a viabilidade econômica de um projeto de piscicultura em viveiros escavados encontraram valores de aproximadamente R\$ 35.053,50 para construção de um hectare de viveiros escavados, ou seja, R\$ 3.505,35 para cada 1.000 m<sup>2</sup> de lâmina d'água construído. Observa-se, portanto, um valor superior para se construir 1.000 m<sup>2</sup> de viveiro escavado no presente estudo, mesmo com a diferença temporal entre os dois. Barros et al. (2016) relataram que esse fato pode estar relacionado com o número e formato dos viveiros, as condições de clima e solo de cada região, a experiência do operador e a logística para transporte da máquina.

O Custo Operacional Efetivo foi de R\$59.509,00, o COT de R\$ 61.665,00 e o COT (R\$/kg) de R\$ 6,04, com a ração sendo responsável por 76,6% do desembolso total para uma conversão alimentar aparente acumulada ao longo do ciclo de produção de 1,8:1 (Tabela 2).

Tabela 2. Custo operacional de produção de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017.

Custo operacional de produção					
Item	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	%
Cal virgem	kg	720	2,00	1.440,00	2,3
Adubo	kg	360	1,00	360,00	0,6
Frete do cal virgem e do adubo	unidade	1	70,00	70,00	0,1
Alevino	milheiro	12	250,00	3.000,00	4,9
Frete do alevino	unidade	2	70,00	140,00	0,2
Ração 50%PB	saco 25kg	9	149,00	1.341,00	2,2
Ração 45%PB	saco 25kg	49	101,00	4.949,00	8,0
Ração 36%PB	saco 25kg	75	74,00	5.550,00	9,0
Ração 32%PB	saco 25kg	92	70,00	6.440,00	10,4
Ração 28%PB	saco 25kg	491	59,00	28.969,00	47,0
Frete da ração	unidade	3	70,00	210,00	0,3
Mão de obra eventual	homem/dia	48	50,00	2.400,00	3,9
Combustível	litro	100	4,00	400,00	0,6
Energia elétrica	-	-	600,00	600,00	1,0
Manutenção	-	-	-	1.820,00	3,0
Outros custos	-	-	-	1.820,00	3,0
COE <sup>1</sup>	-	-	-	59.509,00	96,5
Depreciação	-	-	-	2.156,00	3,5
COT <sup>2</sup>	-	-	-	61.665,00	100,0
COT (R\$/Kg)	-	-	-	6,04	-

<sup>1</sup>Custo Operacional Efetivo<sup>2</sup>Custo Operacional Total

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação ao custo com ração, Belchior e Dalchiavon (2017) encontraram 73,7% ao analisar a viabilidade econômica da produção de tambaqui em viveiros escavados no município de Ariquemes, estado de Rondônia. Já Sabaini et al. (2015) acharam 65,4% ao avaliar a criação do pintado da Amazônia em tanques-rede também no estado de Rondônia. De acordo com Cyrino et al. (2010), esse item representa geralmente de 50% a 80% dos desembolsos efetuados pelo piscicultor ao longo do ciclo produtivo.

O custo elevado com aquisição de ração em pisciculturas é um fator que merece atenção por parte de produtores, fábricas de ração e pesquisadores (Oliveira et al. 2010). De fato, o custo com aquisição da ração é elevado, contudo deve-se adotar o uso de ração de boa qualidade e alta digestibilidade, assim como utilizar programas alimentares eficientes para contribuir com o bom desempenho e saúde dos animais, além de minimizar a poluição do meio ambiente (Furlaneto et al. 2009).

O Investimento Total do empreendimento foi estimado em R\$ 94.119,00, o Lucro Operacional Anual em R\$ 14.995,00, a Taxa Interna de Retorno em 33% e o Período de Retorno do Capital em 3,4 anos, o que atesta a rentabilidade atraente da atividade (Tabela 3).



Tabela 3. Indicadores de eficiência econômica de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017.

<b>Indicadores Econômicos</b>	<b>Valores</b>
Investimento Total (R\$)	94.119,00
Custo Operacional Total (R\$)	61.665,00
Custo Operacional Total por kg (R\$)	6,04
Receita Bruta (R\$)	76.620,00
Lucro Operacional Anual (R\$)	14.995,00
Lucro Operacional Mensal (R\$)	1.246,25
Margem Bruta (%)	24,3
Índice de Lucratividade (%)	19,5
Ponto de Equilíbrio (kg)	8.222
Valor Presente Líquido (R\$)	97.022,32
Taxa Interna de Retorno (%)	33
Relação Benefício Custo (R\$)	1,27
Período de Retorno do Capital (anos)	3,4

Fonte: Dados da pesquisa

Desta forma, o financiamento efetuado pelo piscicultor via PRONAF Mais alimento na modalidade custeio demandará um aporte de R\$8.809,60 de outra fonte de receita para ser quitado, visto que necessitaria de mais um ano de prazo para que pudesse ser amortizado em sua totalidade (Tabela 4).

Tabela 4. Quitação de financiamento de PRONAF Mais Alimento na modalidade custeio de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017.

<b>Ano</b>	<b>Valor financiado (R\$)</b>	<b>Juros (R\$)</b>	<b>Saldo (R\$)</b>	<b>Amortização (R\$)</b>	<b>Lucro acumulado do piscicultor (R\$)</b>	<b>Saldo do piscicultor após a amortização (R\$)</b>
1	17.028,06	425,70	17.453,76	-	-	-
2	-	436,34	17.890,10	17.890,10	9.080,50	- 8.809,60

Fonte: Dados da pesquisa

No caso da modalidade Investimento, a quitação total do financiamento poderia ocorrer a partir do quinto ano, ou seja, dentro do prazo previsto para a linha de crédito (Tabela 5).



Tabela 5. Quitação de financiamento de PRONAF Mais Alimento na modalidade investimento de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017.

Ano	Valor financiado (R\$)	Juros (R\$)	Saldo (R\$)	Amortização (R\$)	Lucro do piscicultor (R\$)	Saldo do piscicultor após amortização (R\$)
1	22.848,00	1.256,64	24.104,64	-	-5.874,50	-
2	-	1.325,76	25.430,40	-	9.080,50	-
3	-	1.398,67	26.829,07	-	24.035,50	6.363,57
4	-	1.475,60	28.304,67	5.308,32	38.990,50	16.010,25
5	-	1.264,80	24.261,14	5.097,52	53.945,50	25.867,72
6	-	1.054,00	20.217,62	4.886,72	68.900,50	35.936,00
7	-	843,20	16.174,09	4.675,92	83.855,50	46.215,08
8	-	632,40	12.130,57	4.465,12	98.810,50	56.704,96
9	-	421,60	8.087,05	4.254,32	113.765,50	67.405,63
10	-	210,80	4.043,52	4.043,52	128.720,50	78.317,11
Total		9.883,46		32.731,46		

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise de risco, o gráfico com o VPL projetado na simulação pelo Método de Monte Carlo está representado na Figura 1, onde se tem a frequência acumulada mostrando a probabilidade de 33,3% do piscicultor obter um VPL de R\$ 97.022,32. A metodologia revelou ainda a probabilidade de 57,8% do VPL apresentar um valor acima do previsto no projeto.

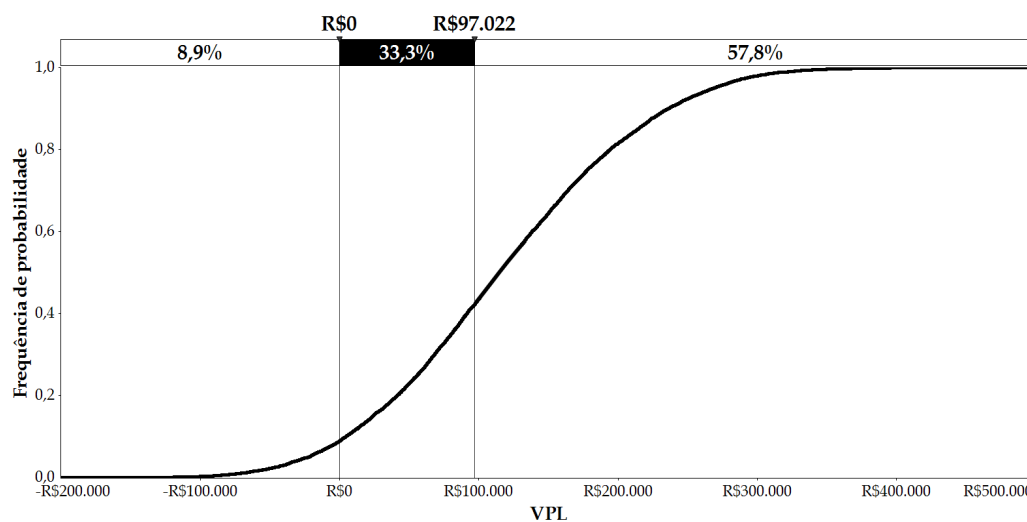


Figura 1. Frequência acumulada do Valor Presente Líquido simulado de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017. Fonte: dados da pesquisa

A Taxa Interna de Retorno prevista no projeto foi de 33%, valor superior à TMA de 10%. Neste caso, a probabilidade da TIR atingir este valor foi de 26,1%, enquanto de ser maior foi de 72,7%, o que indica uma rentabilidade atraente do projeto (Figura 2).



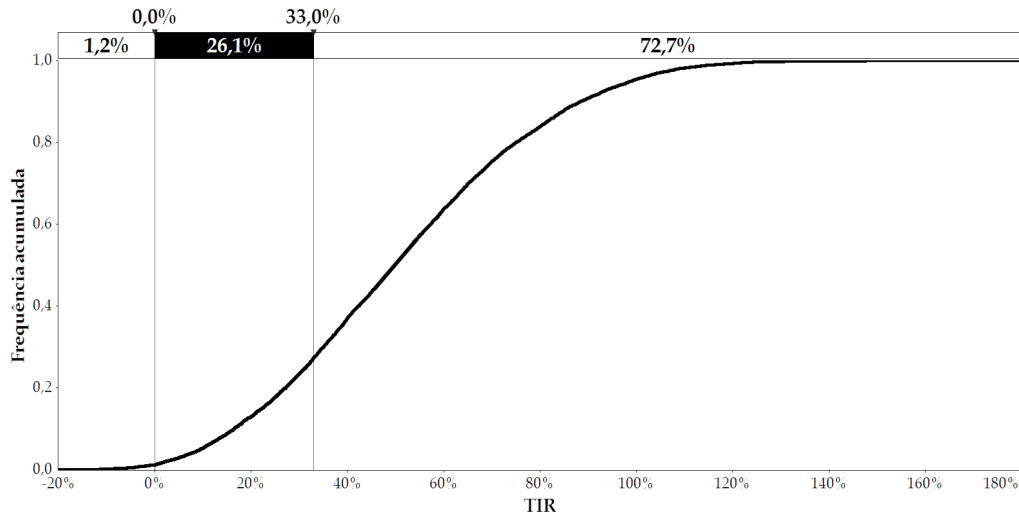


Figura 2. Frequência acumulada da Taxa Interna de Retorno simulada de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017. Fonte: dados da pesquisa

A Relação Benefício Custo do projeto indicou uma expectativa de retorno em 1,27, ou seja, para cada real investido, o piscicultor terá R\$ 0,27 de retorno. Neste caso, o piscicultor terá um retorno de 27%. Na análise de risco, a probabilidade de obtenção deste valor foi de 48,6% (Figura 3).

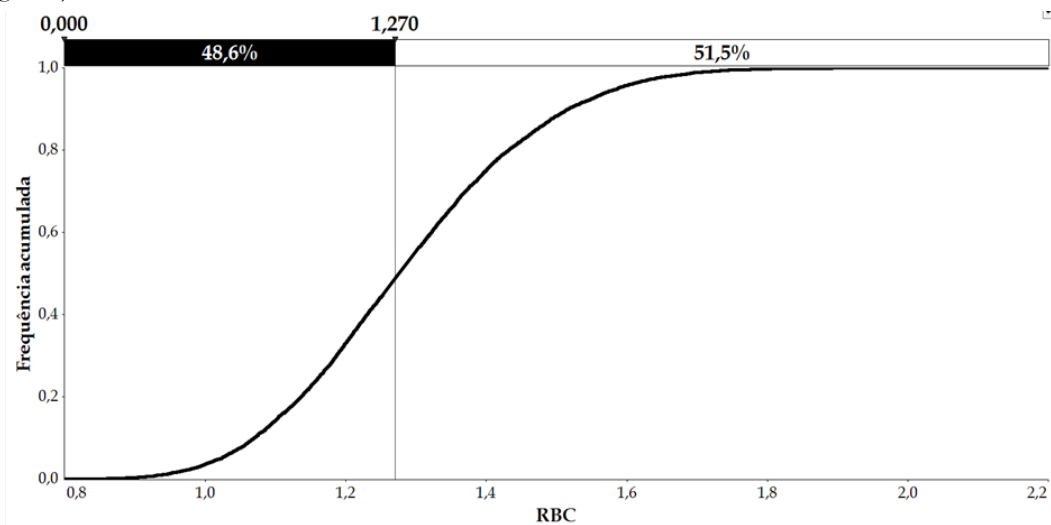


Figura 3. Frequência acumulada da Relação Benefício Custo simulada de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017. Fonte: dados da pesquisa

O Período de Retorno de Capital, que é o tempo necessário para a recuperação do capital investido, foi de 3,4 anos, valor com probabilidade de 73,2% de ocorrer de acordo com a análise de risco efetuada (Figura 4).

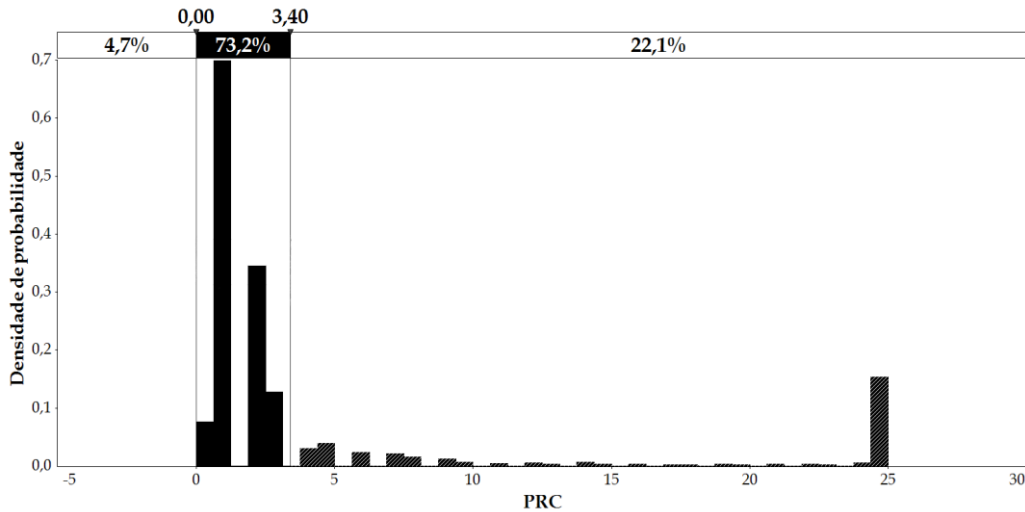


Figura 4. Histograma do Período de Retorno de Capital simulado de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017. Fonte: dados da pesquisa

Todas as variáveis de entrada exerceram influência na viabilidade econômico-financeira do projeto de investimento (Figura 5). Deste modo, pode-se ver claramente que o preço de venda do produto e a produção são, de longe, as variáveis mais importantes do modelo, desempenhando um papel decisivo nas flutuações de rentabilidade, possuindo um maior efeito positivo sobre o VPL.

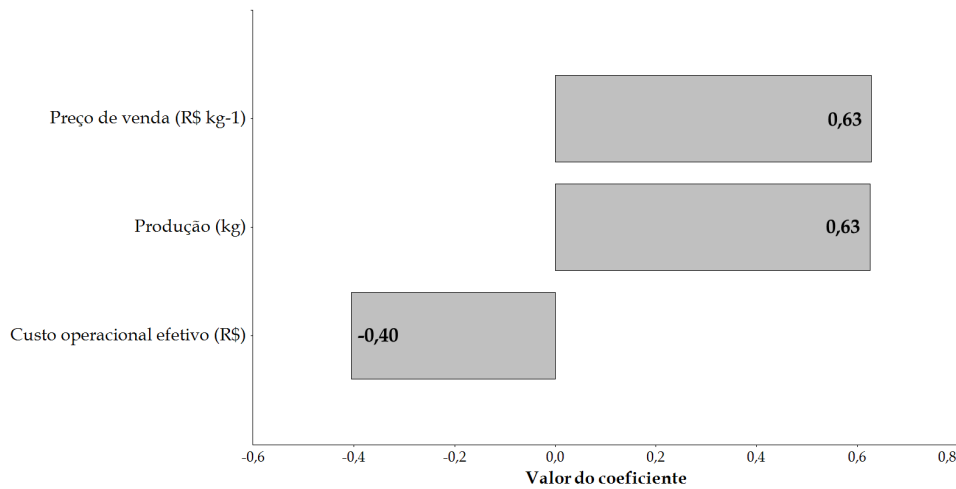


Figura 5. Coeficiente de correlação linear de Spearman das variáveis de entrada em relação ao Valor Presente Líquido de um empreendimento familiar de criação de tambaqui *Colossoma macropomum* em viveiros escavados com 0,72 hectare de lâmina d'água no estado do Pará, 2017. Fonte: dados da pesquisa

Por meio da análise dos coeficientes linear de Spearman das variáveis de entrada que mais impactaram no VPL, onde o mesmo é o mais conhecido para se calcular o coeficiente de correlação entre as variáveis mensuradas em nível ordinal, indicou um grau de correlação de 0,63 para o preço de venda do produto (R\$) e produção (kg), cujas barras se estendem para a direita do gráfico, sendo dessa maneira diretamente proporcionais em relação ao VPL. Em contrapartida, o COE teve impacto negativo no VPL, isto é representado pela barra que se estende para a esquerda. O impacto negativo para um COE mais alto era de se esperar, podendo ser explicado da seguinte forma: à medida que o valor do COE aumenta, isso significa um aumento líquido no custo total do empreendimento e, portanto, uma diminuição no VPL.



A análise de sensibilidade também indicou que o preço de venda do produto e a produção foram as variáveis que mais exerceram impacto positivo na TIR, corroborando a sensibilidade dessas variáveis de entrada nos resultados financeiros do projeto, com valores dos coeficientes semelhantes ao do VPL.

Por fim, o investimento destinado à implantação e operação de 0,72 hectare de viveiros escavados para a produção de tambaqui no Nordeste paraense é exequível, pois os indicadores de viabilidade econômico-financeira utilizados no projeto atestam que o empreendimento aquícola é economicamente viável. Contudo, Belchior e Dalchiavon (2017) relatam que se o aquícultor não adotar medidas para evitar eventuais perdas econômicas, a atividade não se tornará economicamente atraente, e a falta de conhecimento aprofundado da rentabilidade de seu empreendimento acaba dificultando a tomada de decisão, comprometendo as estratégias para a atividade. Os mesmos autores afirmam ainda que é necessário um controle rígido de gestão para se reduzir esses riscos, contribuindo dessa maneira para a eficiência econômica do negócio.

#### 4. Conclusões

Concluiu-se que o empreendimento representa um investimento rentável, mas não terá condições de quitar isoladamente o financiamento efetuado na modalidade custeio no prazo estabelecido para amortização, exigindo uma outra fonte de receita para cumprimento do compromisso. Uma alternativa viável seria a recria e comercialização de formas jovens ao longo dos primeiros seis meses de operação nos três viveiros que não apresentam planejamento para povoamento neste período. Quanto ao financiamento na modalidade investimento, o retorno de capital a ser obtido pelo piscicultor no período previsto pela linha é adequado para o pagamento do empréstimo.

Em relação à aplicação do MMC na análise econômica, constatou-se que pode auxiliar significativamente nas tomadas de decisão do investidor, visto que demonstrou as variáveis com maior influência nos indicadores de eficiência econômica, redobrando a atenção do produtor para a necessidade de possíveis intervenções em termos de estratégias para melhoria dos índices zootécnicos e da comercialização do produto. Porém, vale ressaltar que cada negócio é único e, portanto, possui riscos de produção e técnicos próprios, cabendo, assim, ao investidor analisar se vale a pena ou não corrê-los.

#### Referências

- Barros AF, Maeda MM, Maeda A, Silva ACC, Angeli AJ 2016. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Rev Arch Zoot* 65(249):21-28.
- Belchior EB, Dalchiavon FC 2017. Economic viability of tambaqui production in the municipality of Ariquemes-RO. *Bol Inst Pes* 43(3):373-384.
- Brabo MF, Flexa CE, Veras GC, Paiva RS, Fujimoto RY 2013. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Inf Econ* 43(3):56-64.
- Brabo MF, Vilela MRP, Reis TS, Lima CL, Barbosa J, Veras GC 2015a. Viabilidade econômica da produção familiar de matrinxã em canais de igarapé no Estado do Pará. *Inf Econ* 45(4):1-7.
- Brabo MF, Reis MHD, Veras GC, da Silva MJM, Souza ASL, Souza RAL 2015b. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. *Bol Inst Pes* 41(3):677-685.
- Brabo MF, Paixão DJMR, Mesquita RL, Costa MWM, Campelo DAV, Veras GC 2017a. Viabilidade econômica da criação de tilápia em tanques-rede no Nordeste paraense, Amazônia, Brasil. *Cus Agro Onl* 13(ed. esp.):284-303.
- Brabo MF, Natividade Júnior LS, Dias CL, Barbosa J, Campelo DAV, Veras GC 2017b. Viabilidade econômica da produção familiar de tambaqui em gaiolas flutuantes no Oeste paraense, Amazônia, Brasil. *Cus Agro Onl* 13(1):275-293.
- Brasil. Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 2006.
- Corrar JL 1993. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza aplicação do método de simulação de Monte Carlo. *Cad Est* 8(8):1-11.
- Cyrino JEP, Bicudo AJA, Sado RY, Borghesi R, Dairiki JK 2010. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Rev Bras Zoot* 39(supl. esp.):68-87.



- Furlaneto FPB, Esperancini MST, Bueno OC, Ayroza LMS 2009. Eficiência econômica do bicultivo de peixes em viveiros escavados na região paulista do Médio Paranapanema. *Bol Inst Pes* 35(2):191-199.
- Lyra GB, Ponciano NJ, Souza PM, Sousa EF, Lyra GB 2010. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. *Acta Scie Agro* 32(3):547-554.
- Martin NB, Serra R, Oliveira MDM, Ângelo JÁ, Okawa H 1998. Sistema integrado de custos agropecuários (CUSTAGRI). *Inf Econ* 28(1):7-27.
- Matsunaga M, Bemelmans PF, de Toledo PEN, Dulley RD, Okawa H, Pedroso IA 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agric São Paulo* 23(1):123-139.
- Ngoc PTA, Meuwissen MPM, Tru LC, Bosma RH, Verreth J, Lansink AO 2016. Economic feasibility of recirculating aquaculture systems in pangasius farming. *Aqua Econ and Manag* 20(2):185-200.
- Oliveira RPC, Silva PC, da Silva RF, Gomes JP, Pádua DMC, Silveira Filho PR, Machado Júnior LC, Aguiar MS 2010. Avaliação econômica da produção da tilápia-do-Nilo em tanques com diferentes esquemas de troca de água no sistema raceway. *Ciênc Anim Bras* 11(4):760-763.
- Ponciano NJ, Souza PM, Mata HTC, Vieira JR, Morgado IF 2004. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Rev Econ Soc Rur* 42(4):615-635.
- Ritter F, Pandolfo A, Barcellos LJG, Ritter VRS, Pandolfo LM, Tagliari LD, Barbacovi NE 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. *Rev Prod Onl* 14(4):1292-1315.
- Sabaini DS, Casagrande LP, Barros AF 2015. Viabilidade econômica da criação do pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma* spp.) em tanques-rede no estado de Rondônia, Brasil. *Bol Inst Pes* 4(41):825-835.
- Sabbag OJ 2013. Viabilidade e análise de riscos para produtores de tilápias em Ilha Solteira/SP. *Observ de la Econ Latinoamericana* [periódico na internet]. [citado 2017 jan 05]. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/14/tilapia.html>
- Sanches EG, Tosta GAM, Souza-Filho JJ 2013. Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Bol Inst Pes* 39(1):15-26.
- Santos-Filho LG, Vieira-Santos SGA, Silva CELS, Silva RCAV 2016. Utilização de indicadores de viabilidade econômica na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação: estudo de caso de uma piscicultura de pequena escala em Parnaíba-PI. *Org Rur e Agro* 18(4):304-314.
- Simões D, Gouvea ACF 2015. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. *Rev Arch Zoot* 64(245):41-48.
- Vilela MC, Araújo KD, Machado LS, Machado MRR 2013. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. *Cus Agro Onl* 9(3):154-173.