



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

VICTOR TIAGO DA SILVA CATUXO

USO DE GEOTECNOLOGIA E ANÁLISE ECONÔMICA PARA COMPREENSÃO DA
PISCICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO
ARAGUAIA-PA.

BELÉM
2019

VICTOR TIAGO DA SILVA CATUXO

USO DE GEOTECNOLOGIA E ANÁLISE ECONÔMICA PARA COMPREENSÃO DA
PISCICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO
ARAGUAIA-PA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Orientadora: Prof^ª Dra. Katia Cristina de Araújo da Silva.

BELÉM
2019

VICTOR TIAGO DA SILVA CATUXO

USO DE GEOTECNOLOGIA E ANÁLISE ECONÔMICA PARA COMPREENSÃO DA
PISCICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO
ARAGUAIA-PA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

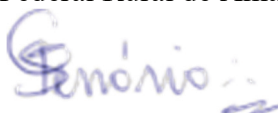
Belém-PA, 30 / 08/ 2019.

Data da Aprovação

Banca Examinadora:



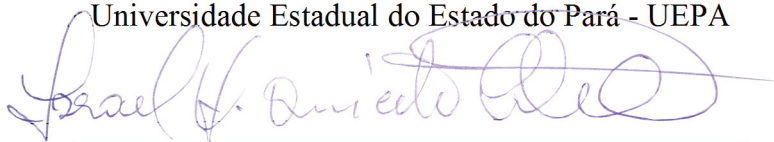
Prof^a. Dra. Katia Cristina de Araújo da Silva. - Orientadora
Universidade Federal Rural de Amazônia – UFRA



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



Prof. Dr. André Cristiano Silva Melo
Universidade Estadual do Estado do Pará - UEPA



Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra– Suplente
Universidade Federal Rural de Amazônia – UFRA

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

CATUXO, VICTOR TIAGO DA SILVA
USO DE GEOTECNOLOGIA E ANÁLISE ECONÔMICA PARA COMPREENSÃO DA
PISCICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-
PA / VICTOR TIAGO DA SILVA CATUXO. - 2020.
66 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos
Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2020.

Orientador: Profa. Dra. KATIA CRISTINA DE ARAÚJO DA SILVA

1. Aquicultura. 2. Tambaqui. 3. SIG. 4. números fortuitos. I. SILVA, KATIA CRISTINA DE
ARAÚJO DA, *orient.* II. Título

CDD 639.31

*A meus filhos (Anabella e Heitor) a
minha esposa (Dayana do Amaral), que se
privaram da minha ausência, para que eu
pudesse galgar novos horizontes.*

AGRADECIMENTOS

O simples ato de despertar todos os dias é um grande motivo para agradecer. Assim observamos que Deus nos deu mais um dia de oportunidade, para sermos melhores. Então, gostaria de agradecer a Deus primeiramente, por mais essa oportunidade!

À minha orientadora a Dra. Kátia Cristina de Araújo da Silva, primeiro por ter me aceitado como seu orientando e em segundo pela paciência.

Ao amigo Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa, pela suprema paciência e valioso conhecimento utilizado na construção desse trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) que mais uma vez, após 10 anos de egresso me aceitou novamente como aluno do programa de Pós Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAQRAT), e ao corpo docente espetacular do programa.

Aos meus familiares de forma geral em nome da Matriarca da Família a Sra. Cícera Gome Silva da Silva (Vó), grande feirante do Bairro da Terra Firme, em Belém-PA.

A minha mãe Ananery Gomes Silva da Silva e ao meu pai Wilmar Miguel Pinto Catuxo.

A minha esposa Dayana do Amaral da Conceição e aos meus lindos filhos Anabella e Heitor Catuxo.

Aos amigos do programa em nome de Pedro Henrique Souza. E aos colegas do LaqTrop: em nome de Luan Freitas.

“Independentemente do que você quiser fazer, se o fizer com todo o seu coração, vai acontecer.”

O menino que descobriu o vento

Resumo

O estado do Pará possui um grande potencial aquícola que deve ser estudado e avaliado de forma a gerar balanços positivos na economia paraense. O sudeste do estado vem desenvolvendo aptidão para atividade, no entanto são poucos os estudos e trabalhos que expõem esse potencial. Com objetivo de demonstrar a aptidão da região foi selecionado o município de Conceição do Araguaia, que teve grande desenvolvimento nos últimos anos nessa atividade. Na avaliação do município, foram utilizadas ferramentas geotecnológicas que avaliaram a distribuição espacial dos piscicultores e suas respectivas capacidades de produção. Nesse processo se utilizou os métodos do Vizinho Mais Próximo e kernel, para análise de densidade; utilizou também o método Natural Neighbor para avaliar os locais mais produtivos; e o Metodologia de Sobreposição de Áreas Ponderadas (Weighted Overlay), visando através da sobreposição de camadas avaliar os locais com maior potencial no município para desenvolvimento da atividade. Após esse processo uma propriedade no município foi selecionada para avaliação econômica com dados determinísticos e probabilísticos. Os resultados geotecnológicos avaliados demonstraram que poucos aglomerados formados apresentaram potencial e na avaliação de ponderação menos da metade do município é propício a atividade aquícola. Para avaliação econômica da propriedade os resultados mostraram retorno do capital com 4 anos e 9 meses, $VPL > 0$ e $TIR (22,01\%) > TA$. Os números fortuitos utilizados no modelo demonstraram 80% de sucesso, influenciado pelo valor de venda do pescado.

Palavra Chave: Piscicultura; SIG; e Avaliação Econômica.

Abstract

The state of Pará has a great aquaculture potential that must be studied and evaluated in order to generate a positive balance in the economy of Pará. The southeast of the state has been developing capability for activity, however there are few studies and works that expose this potential. In order to demonstrate the aptitude of the region, the municipality of Conceição do Araguaia was selected, which has had great development in this activity in recent years. In the evaluation of the municipality, geotechnological tools were used to assess the spatial distribution of fish farmers and their respective production capacities. In this process, the Nearest Neighbor and kernel methods were used for density analysis; It was also used the Natural Neighbor method to assess the most productive places; and the Weighted Overlay Methodology, aiming through the overlapping of layers to evaluate the spots with the greatest potential in the municipality for the development of the activity. After this process, a property in the municipality was selected for economic evaluation with deterministic and probabilistic data. The geotechnological results evaluated showed that few clusters formed had potential and in the weighting assessment less than half of the municipality is conducive to aquaculture activity. For economic evaluation of the property, the results showed return on capital at 6 years and 9 month, $NPV > 0$ and $IRR (22,01\%) > TA$. The random numbers used in the model showed a 80% success rate, influenced by the sale value of the fish.

Key Words: Fish farm; SIG e Economic Evaluation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A AQUICULTURA: ESTUDO DE CASO DO POTENCIAL AQUÍCOLA DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA

Figura 1 - Localização do município de Conceição do Araguaia.....	30
Figura 2. Histograma representativa da relação das variáveis adotadas.....	30
Figura 3 - Declividade da área pesquisada analisado a partir de imagens STRM.....	34
Figura 4 - Modelo de acesso ao recurso hídrico hídricos, na área pesquisada, criado a partir de imagens STRM.....	34
Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo na área estudada, retirado do banco de dados da EMBRAPA e construído a partir de imagens STRM.....	35
Figura 6 - Modelos de acesso as rodovias na área estudada. Fonte: IBGE.....	35
Figura 7 - Modelos de acesso aos mercados na área estudada. Fonte: IBGE.....	35
Figura 8. Localização espacial dos piscicultores com respectivas vilas, assentamento rurais e estradas.....	39
Figura 9 - Avaliação do Vizinho Mais Próximo para os piscicultores de Conceição do Araguaia.....	40
Figura 10 - Mapa kernel para a avaliação espacial de densidade e mapa Natural Neighbor que visa avaliar através de curva de intensidade as regiões mais produtivas.....	41
Figura 11 - Área potenciais para construção de viveiros escavados na área de estudo.	42

AVALIAÇÃO ECONÔMICA ALIADA A SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PISCICULTURA NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ-BRASIL

Figura 1 - Localização da propriedade através de coordenadas UTM e layout dos viveiros pesquisados na área de estudo.....	50
Figura 2 – A distribuição percentual do custo da ração nos Custos Operacionais Efetivos e Totais.....	56
Figura 3 – Modelo de distribuição de variáveis e intervalo de confiança dos pressupostos utilizados no estudo de viabilidade econômica do empreendimento localizado na área de estudo.....	60
Figura 4 – Modelo de Previsão para o Valor Presente Líquido (VPL), testado objetivando percentual de certeza na obtenção de lucro através do projeto.....	61
Figura 5 – Coeficientes de correlação dos pressupostos e a VPL e TIR.....	62

LISTA DE TABELAS

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A AQUICULTURA: ESTUDO DE CASO DO POTENCIAL AQUÍCOLA DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA

Tabela 1. Ponderação dos critérios necessários a análise de viabilidade de áreas propicias a implantação de empreendimentos aquícolas na área de estudo.....	37
Tabela 2. Peso dos caracteres em percentagem, utilizadas na análise multicritério...	38
Tabela 3. Área restrita utilizada nesse trabalho	38
Tabela 4 – Classificação das áreas que podem ser destinadas a construção de viveiros escavados para produção de peixes.....	42

AVALIAÇÃO ECONÔMICA ALIADA A SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PISCICULTURA NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ-BRASIL

Tabela 1 - Custo de implantação de uma piscicultura no município de Conceição do Araguaia, sudeste do estado do Pará.....	53
Tabela 2 - Custo com ração em um ciclo de cultivo de 300 dias.....	54
Tabela 3 – Custos Operacionais Efetivos (COE) e Custos Operacionais Totais (COT), sendo sm – salário mínimo e ton – tonelada.....	55
Tabela 4 – Participação da ração nos custos Operacionais Efetivo e Totais para o tambaqui e seus híbridos, criados em viveiros escavados, na área em estudo e em outras localidades.....	57
Tabela 5 – Comparações entre a Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Mínima de Atratividade (TA) e Payback de projetos de tambaqui e seus híbridos, em viveiros escavados, em outras localidades e na área de pesquisa.....	58

SUMÁRIO

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.1.	Introdução.....	13
1.2	Referencial teórico.....	15
1.2.1	Caracterização da aquicultura.....	15
1.2.2	O mercado da aquicultura.....	16
1.2.3	Análise de dados especiais.....	17
1.2.4	O custo de produção.....	19
1.2.5	Análise de investimento e risco.....	20
	REFERÊNCIAS.....	23
2.	GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A AQUICULTURA: ESTUDO DE CASO DO POTENCIAL AQUÍCOLA DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA.....	27
	RESUMO.....	27
	ABSTRACT.....	27
2.1	Introdução.....	28
2.2	Material e métodos.....	29
2.3	Resultados	38
2.4	Discursão.....	43
2.4	Conclusão.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45
3.	AVALIAÇÃO ECONÔMICA ALIADA A SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PISCICULTURA NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ-BRASIL.....	47
	RESUMO.....	47
	ABSTRACT.....	47
3.1	Introdução.....	48
3.2	Procedimentos metodológicos.....	50
3.3	Resultados e discursão.....	52
3.4	Conclusão.....	63
	REFERÊNCIAS.....	64

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1. Introdução

O cultivo de várias espécies aquícolas é relatado em todo mundo, tanto em águas continentais quanto costeiras, com números de produções diferenciados, evidenciados por técnicas e tecnologias adaptáveis a diferentes espécies, ambientes e condições econômicas. Os novos cultivos intensivos contam com ciclos produtivos totalmente fechados, de tal forma que não há dependência de peixes selvagens para reprodução, e o produtor é responsável por quase todo processo de produtivo (ASCHE; ROLL; TROLLVIK, 2009). No cultivo de animais aquáticos pode se observar uma série de vantagens em relação aos animais terrestres, entre as quais: conversão alimentar mais eficiente que proporciona maior rendimento de carne por alimento ofertado (HATCH; TAI, 2008).

Segundo Pillay (1997) as várias formas de produção aquícola podem ser divididas em nível de desenvolvimento, tais como: exploração de subsistência e agricultura familiar; exploração integrada de cultura de animais; exploração recreativas baseadas na aquicultura (pesque-pague); empresas aquícolas de pequena escala; fazendas cooperativas e estatais; e por fim empresas aquícolas verticalmente integradas, dessas as três últimas são predominantemente comerciais. Visualizando o cenário da América Latina que tem crescido nos últimos cinco anos em um ritmo significativo e que possui uma das maiores superfícies para desenvolvimento da atividade aquícola, foi possível observar dois segmentos aquícolas bem diferenciados em seus níveis de desenvolvimento o segmento industrial com poucas empresas com alta tecnologia, totalizando aproximadamente 80% da produção; e o segmento de pequenas unidades produção com tecnologia básica e pouco investimento, constituído por mais de 250 mil pequenas unidades produtivas (NAVA; TEXEIRA, 2014).

No Brasil, a produção aquícola no ano de 2017, alcançou 547.163 ton., com déficit de 5,67% em relação ao ano anterior, apenas a produção de peixes de água doce alcançou 485.254 ton. também com déficit em relação ao anterior de 2,6% (IBGE, XXXX). O levantamento mostrou que todas as unidades da federação destacando-se o estado do Paraná com produção de 91.721 ton. e superávit de 28,84% em relação ao ano 2016 (CARVALHO FILHO, 2018).

A região norte do Brasil representa oito estados da federação, foi responsável 17,56% da produção de pescado nacional no ano 2017, entretanto, quando se avalia a produção de

espécies regionais ou amazônicas, esse percentual pode chegar a 47,23%. O estado de Rondônia se destacou como maior produtor regional com produção de 39.884 ton., porem obteve déficit de 56% em relação ao ano 2016 (CARVALHO FILHO, 2018).

O estado do Pará possui características ambientais, sociais e econômicas que lhe possibilitariam estar entre os maiores produtores de pescado do Brasil, somente o consumo do produto, no estado, é de aproximadamente 39,70kg.ano⁻¹ (SONODA; SHIROTA2012). Outra característica importante é o variado número de ambientes aquáticos com águas continentais e costeiras, que podem ser utilizados na atividade aquícola (RODRIGUES, et al., 1996). Entretanto, no ano de 2017, a produção de pescado oriunda da aquicultura foi de 12.164 ton. com déficit de 5,77% em relação ao ano 2016, sendo grande parte dessa produção representada pelos redondos (tambaqui, pirapitinga e seus híbridos)(CARVALHO FILHO, 2018).

No Pará a piscicultura é encontrada em todos os municípios com uma ampla diversidade de sistemas e tecnologias de produção, entretanto a atividade possui uma cadeia produtiva desorganizada com problemas no fornecimento de alevinos, baixa variedade de espécies, dificuldades na regularização ambiental, insuficiência de assistência técnica, dificuldades no acesso ao crédito e pro fim baixo nível organizacional (BRABO, 2014).

Em varios estudos observados no estado, o principal problema no desenvolvimento da aquicultura é a assistência técnica incipiente, entretanto, nos estudos, não foram encontradas soluções plausíveis para esse problema. Outro fator e a legalização da atividade que promove um efeito cascata que perpassam pelo crédito rural e culminam na baixa circulação de recurso na atividade (ZACARDI, et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2015; BRABO, 2014; O' DE ALMEIDA JUNIOR; SOUZA, 2013; CARVALHO,et al., 2013; SILVA, et al., 2010).

Todos os fatores analisados até o presente momento dependem de políticas públicas efetivas que promovam e estimulem o desenvolvimento de forma holística, atendendo e auxiliando cada ator no processo produtivo. Assim, há de se analisar que o entendimento da política pública, não é uma questão simplesmente técnica, pois envolve atores políticos que afetam e impulsionam as proposições técnicas, que não sendo neutras, demonstram as opções ideológicas do técnico. Nesse sentido, o processo de análise das políticas de desenvolvimento não pode ser meramente tecnicista ou mecanicista, por que sua aplicação no domínio humano poderia representar o fracasso dos objetivos ou êxitos aparentes (FREIRE, 1983).

A evidencia de crescimento da piscicultura no sudeste do estado Pará, nos últimos anos, possibilita uma série de questionamentos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável da atividade na região. Vale lembrar que a região possui uma estrutura fundiária concentrada na pecuária e na colonização da produção agrícola, sendo a última, a principal geradora de emprego e renda na região (VAZ, 2013).

O presente estudo deverá caracterizar espacialmente os piscicultores no município de Conceição do Araguaia, suas relações com ambiente e sua dinâmica econômica. As informações dessa pesquisa contarão com dados provenientes dos projetos de extensão rural pública executados no ano de 2014.

1.2. Referencial teórico

1.2.1. Caracterização da aquicultura

A aquicultura é o termo macro que abrange várias atividades zootécnicas ligadas ao ambiente aquático, das quais podemos destacar a piscicultura, carcinicultura, ostreicultura, mitilicultura, algicultura, ranicultura, jacaricultura, quelonicultura e outros (ARANA, 2004; OLIVEIRA, 2013; KOBAYASHI, et al., 2015; ASCHE, ROLL; TROLLVIK, 2009; LUCAS; SOUTHGATE, 2007).

Em linhas gerais, a aquicultura é um setor produtivo, que se assemelha a outras atividades agropecuárias, quando relacionado à produção de alimentos de grande relevância para população mundial, sendo uma atividade antiga que se encontra em constante desenvolvimento e gera emprego, comércio e riqueza (VALLEJO; GONZÁLES-POSADA, 2007).

A atividade envolve áreas distintas do conhecimento que possibilitam a produção de proteína de alta qualidade, para isso são utilizados princípios biológicos, matemáticos, físico e químicos, para juntamente com tecnologias de construção e produção, possa gerar ambientes propícios para prática e o manejo aquícola (OLIVEIRA, 2013)

Para compreender os empreendimentos aquícolas os mesmos podem ser classificados, quanto à sua hidrologia em cultivos estáticos e lóticos, o primeiro compreende viveiros escavados e tanques redes. O segundo é composto por raceway e sistemas de recirculação (ARANA, 2004). Quanto a produção os sistemas são classificados em extensivo, onde a pouca

intervenção do homem no cultivo, e as produções se limitam a produtividade de 500 a 2.500 kg.ha⁻¹, a alimentação dos animais é baseada na alimentação natural e quando há intervenção é utilizado adubos orgânicos; em sistema semi-intensivo, em que os animais são estocados em produtividades de 2.500 a 12.500 kg.ha⁻¹, nesse sistema há aplicação de adubos químico e orgânicos para favorecimento da produtividade primária, sendo a ração balanceada um item bastante utilizado; no sistema intensivo não há utilização de adubos orgânicos, dando preferência a adubação química, visando maior controle na produtividade primária, nesse tipo de sistema utiliza-se a ração do início ao fim do cultivo, assim é possível observar nesse sistema o uso de aeradores 2 a 4CV por ha⁻¹, que corroboram para produtividades de 12.500 a 50.000kg.ha⁻¹; e o superintensivo sendo subdividido em uma diversidade de sistemas que podem ser raceways, canais de irrigação, recirculação e aquaponia, estes possuem custo de produção elevado, entretanto, possuem alta produtividade, sendo a ração essencial, alcançando níveis de produtividade 25 a 100 kg.m⁻³ (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004).

Os ambientes continentais e marinhos, também são empregados nas classificações formais. Para os continentais temos água doce de rios, lagos e pântanos, a aquicultura marinha conta com ambientes costeiros providos de água salgada e salobra (VALLEJO; GONZÁLES-POSADA, 2007). A biodiversidade dos animais, também classifica os sistemas, em: monocultivo, realizado com uma única espécie de organismo aquático, e policultivo que consistem na produção de duas ou mais espécies de organismos aquáticos que mantem simbiose, visando maior potencial produtivo. Pode ser observado em pequenas propriedades o consórcio com outros animais de sangue quente (ARANA, 2004).

1.2.2. O mercado da aquicultura

A produção total de pescado no mundo para o ano 2016 foi de 170,90 milhões de toneladas, com um incremento de 10,97% desde de 2011, apenas a aquicultura representou 80 milhões de toneladas, com um incremento de 29,4% desde de 2011 (FAO, 2018). Modelos de projeção estimam que a produção de pescado de 154 milhões de toneladas no ano de 2011, poderá atingir 186 milhões de toneladas em 2030, segundo esses modelos de projeção 62% desse valor será atribuído a aquicultura, indicando a importância da aquicultura na oferta mundial (KOBAYASHI, et al., 2015).

A aquicultura é a atividade que mais cresce no mundo (DAHL, 2017). É considerada pelo banco mundial uma atividade promissora a investimentos, tornando os países que investiram nesse mercado bastante competitivos (CAMPO; ZUNINGA-JARA, 2017).

O Brasil movimentou 4,4 bilhões de reais no mercado da aquicultura no ano de 2017, esses valores cresceram nas últimas décadas revolucionando a produção de pescado no país, e como em muitos outros países da América Latina, os produtores começaram produzindo espécies conhecidas como o camarão (*Litopenaeus vannamei* Boone 1931) e a tilápia (*Oreochromis spp.*), em grande parte, com objetivo de atingir mercado internacional, entretanto a indústria aquícola brasileira direcionou a produção para o mercado doméstico, com representação significativa de espécies nativas. Por essa razão o Brasil é o único país da América Latina com parcela significativa de espécies nativa na sua indústria (PINCINATO; ASCHE, 2016).

O tambaqui é a principal espécie produzida na região Norte, seu consumo, produção e distribuição possuem maior evidência nos estados de Rondônia, Roraima, Amazonas, Acre, Pará e Amapá (CAMPOS; ONO; ISTCHUK, 2015). No estado do Pará somente o tambaqui e seus híbridos representaram 87% de toda a produção no estado, movimentando cifras de 81 milhões de reais no ano 2017, mostrando o potencial do mercado que necessita de políticas públicas para verticalização da produção (NEVES; MAMEDE; OLIVEIRA, 2018).

1.2.3. Análise de dados espaciais

A pesquisa e coleta de informações dos recursos naturais e humanos sempre foi uma importante ferramenta para a ciência, e essas quando combinadas a geolocalização evidenciam informações importantes para organização do espaço. O desenvolvimento da tecnologia da informação tornou possível armazenar e representar tais informações em ambientes computacionais (CÂMARA; DAVIS, 2001). Assim, a análise de dados espaciais consiste na organização de números ou símbolos com atribuições físicas, ambientais, sociais e econômicas, que podem ser distribuídas em dados discretos e contínuos, visando explicar o meio ao qual estão expostos (FISHER; WANG, 2011).

Para compreensão e entendimento dos dados ou informações geográficas, os mesmos podem ser caracterizados da seguinte forma: a) espacial, na qual informa a geometria e a posição geográfica do fenômeno; b) não espacial, onde descreve o fenômeno; e c) temporais,

onde informa o período de validade dos dados geográficos e suas variações no tempo. Além disso os dados geográficos possuem as seguintes propriedades: a) geométricas, representada pelas feições geométricas primitivas (ponto, linha e polígono), para as quais há um relacionamento métrico em relação a um sistema de coordenada; b) topológicas, propriedade não métricas, baseadas na posição relativa dos objetos no espaço, tais como, conectividade, orientação, adjacência e contenção. (CRUZ; CAMPOS, 2005).

Dentre as várias utilidades da geotecnologia, a organização em Sistemas de Informações Geográficas (SIG ou GIS) é a mais completa, possibilitando a localização e a visualização espacial de dados geográficos em mapas cartográficos. A relação dos dados no SIG é fundamental, e visa definir a sua própria natureza, como a sua localização, limitação e características gerais (OLAYA, 2014).

A partir dessa combinação, é possível visualizar espacialmente, variáveis como população, índices ou êxito/ fracasso em uma determinada região, através de mapas. Para tanto basta dispor de uma base de informações e outra geográfica, que através de um software apropriado é possível apresentar mapas poli e monocromático permitindo assim a visualização do fenômeno a ser estudado. Esses problemas fazem parte da análise espacial de dados geográficos, cuja ênfase é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno (CÂMARA, et al., 2004).

As análises estatísticas espaciais incluem procedimentos diversos, dos mais básicos aos mais sofisticados necessitando assim, de software específicos para manipulação dos dados (OLAYA, 2014).

O processo de análise espacial inclui o ajuste de um modelo matemático aos dados espaciais, através de métodos de densidade e interpolação, é possível criar mapas temáticos. A função de densidade é um conceito fundamental em estatística e consiste em calcular uma magnitude por área de unidade de ponto (SILVERMAN, 1986). Já a interpolação de dados, por sua vez, consiste em estimar valores desconhecidos de uma função a partir de valores conhecidos da mesma função. Assim, o uso do interpolador (função) depende do conhecimento, tanto do conjunto de dados de entrada como das características intrínsecas (SILVA; QUINTAS; SILVA, 2007). A interpolação de pontos pode ser dividida em duas categorias a de métodos exatos e métodos aproximados (CARUSO; QUARTA, 1998).

A junção das análises estatísticas e da distribuição espacial auxiliaram na compreensão geográfica de diversas áreas do conhecimento, entre as quais, às áreas da saúde, segurança, meio ambiente, agronomia e economia. Estes estudos já fazem parte do cotidiano em razão do desenvolvimento e a facilidade de manipulação dos SIG's que hoje possuem baixo custo e interface amigável (CÂMARA, et al., 2004).

O termo “econometria espacial” foi utilizado inicialmente por Jean Paelink no início dos anos 70, compreendendo a área do conhecimento que lida com a estimativa e teste de modelos econômicos métricos multirregionais. A existência dessa área do conhecimento, se justifica porque as ações econômicas acontecem regionalmente, e a forma de distribuição espacial pode apresentar dependência ou heterogeneidade em sua estrutura (VIEIRA, 2009). Nesse tipo de procedimento observa-se ainda que heterocedasticidade é resistente a vários procedimentos e para corrigi-la, é necessário que suas fontes venham interligadas a dependência espacial (ALMEIDA, 2004).

1.2.4. O Custo de produção

O custo de produção agropecuário é um importante instrumento que auxilia na comparação do desempenho de diferentes atividades, na avaliação econômica de técnicas e tecnologias empregadas, permitindo assim, o estabelecimento de padrões de eficiência para maiores rendimentos e menores custos. Entretanto as informações sobre o custo não podem ser generalizadas uma vez que refletem a utilização de uma tecnologia em determinada condição, sendo ela ambiental ou econômica (SCORVO FILHO; MARTINS; FRASCÁ-SCORVO, 2004).

A análise de custos pode e deve subsidiar o empreendedor na gestão da propriedade e os governos na gestão das políticas agrícolas. O produtor será auxiliado na tomada de decisão quanto à sua produção, no dimensionamento da área, na composição dos produtos e no volume dos recursos financeiros necessários para o custeio, o governo poderá, a partir dos custos agrícolas, formular e reformular políticas públicas para gestão da política agrícola. (MELLO et al., 1988).

A compressão dos custos agrícolas depende do custo de oportunidade que é utilizado na tomada de decisão, o qual considera que cada, insumo possui um potencial de uso alternativo, mesmo quando esse uso não existe. Assim, o custo de oportunidade é definido como a receita

que se teria recebido se o insumo tivesse sido empregado na melhor alternativa possível (MEROLA, 1988). A descrição esclarece que todos os fatores utilizados para produzir determinado bem devem ser remunerados (MATSUNAGA, et al., 1976).

Usualmente são encontradas duas metodologias de custo de produção, sendo elas, o Custo Operacional Efetivo (COE) e o Custo Operacional de Total (COT), o último é empregado pelas escolas neoclássicas e é subdividida em custos fixos e custos variáveis (SCORVO FILHO, MARTINS e FRASCÁ-SCORVO, 2004). O COE é empregado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e engloba custos variáveis e alguns custos fixos de curto prazo, como a depreciação dos bens duráveis e a mão de obra empregada no processo produtivo (MATSUNAGA, et al., 1976).

1.2.5. Análise de investimento e risco

Os métodos de análise econômica são importantes instrumento utilizados no processo de planejamento e avaliação de atividades, eles são uteis na comparação e na validação de projetos de rentabilidade (MEROLA, 1988). De forma simplificada a rentabilidade de uma fazenda é avaliada através dos custos e lucros, enquanto o custo depende principalmente da tecnologia e do preço do produto, o lucro depende de níveis de produção e o mercado (SHANG, 1986). A complexidade da análise econômica necessita de conhecimento dos aspectos técnicos, tecnológicos e econômicos, com a construção de orçamentos estruturados, visando avaliar os possíveis custos de produção (SANTANA, 2005).

Para avaliação de projetos, o método mais simples é o Payback ou período de retorno (SHAFFIE; JAAMAN, 2016). Este método corresponde ao número de anos que a inversão necessita para restabelecer o custo original através do lucro gerada. Este método é utilizado para classificar inversões de acordo com sua velocidade de recuperação (MEROLA, 1988). Por essa razão é utilizado por grandes empresas para avaliar projetos de baixo valor, enquanto os pequenos empreendimentos costumam emprega-lo para maioria dos projetos (GITMAN, 2010).

Em inversões é de fundamental importância a construção de fluxos de caixas (fluxo de entradas e saídas monetárias) para que possamos visualizar o movimento financeiro em estudo (VANNUCI, 2013). A diferença entre as entradas e saídas auxilia na visualização dos déficits ou superávits do projeto e proporcionam a criação de índices de recuperação (INSULL; NASH, 1991).

Assim, para melhor compreensão e entendimento do processo de construção de projetos e cenários aquícolas, é necessário criar fluxos de entradas e saídas, avaliando os aspectos econômicos, medidas de crescimento e adequação ao meio ambiente (INSULL; NASH, 1991). O fluxo de caixa representa uma troca entre as despesas realizadas no período e as receitas geradas no futuro, necessitando, está comparação, de constante atualização dos valores monetários. Para contornar isto, emprega-se o princípio do desconto, pois o investimento realizado tem um custo de oportunidade que não está contabilizado no fluxo de caixa e equivale a perda que o capital investido no projeto, sofre por não poder ser aplicado em outras atividades (SANTANA, 2005).

Os principais indicadores gerados pelo fluxo de caixa são: o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). O VPL considera explicitamente o valor do dinheiro no tempo, e reflete a uma determinada taxa de juros, o custo de oportunidade de longo prazo da atividade, já o TIR consiste na taxa de desconto que faz com que a VPL de uma oportunidade de investimento seja igual a R\$ 0,00 (Os valores das entradas de caixa se igualam ao investimento inicial) (GITMAN, 2010).

A probabilidade de um projeto revelar-se inaceitável, evidencia os riscos provenientes da variabilidade dos fluxos de caixa. Assim, os projetos com baixas chances de aceitação e grande amplitude de fluxo de caixa esperados são mais arriscados do que aqueles com elevada chance de aceitação e baixa amplitude de fluxo de caixas esperados (GITMAN, 2010). Embora, cada fluxo de caixa pode ser resultante de um conjunto de fatores de risco (preço praticado, quantidades vendidas, custos e despesas), o tratamento matemático convencional seria muito complexo e traria grandes dificuldades aos gestores para realiza-lo (BRUNI; FAMÁ; SIQUEIRA, 1998). Observa-se, assim, que a complexidade das incertezas do mercado dificulta a avaliação de um projeto (LIMA, et al., 2008).

Para facilitar a análise de projetos futuros que é realizado por métodos determinísticos (onde espera-se, que os valores projetados ocorram), o tratamento de risco comumente utilizado é a análise de sensibilidade para estimativa do custo de capital do projeto ou para possível crescimento do fluxo de caixa (BRUNI; FAMÁ; SIQUEIRA, 1998). Outro método é a simulação estocástica, que utiliza variáveis aleatórios como entrada e através de algoritmos computacionais baseados nas leis da probabilidade e estática, geram saídas que devem ser interpretadas como estimativa estatística das características reais do processo em análise (MACHADO; FERREIRA, 2012).

Uma alternativa para análise de risco, seria a utilização do método Monte Carlo visando a geração de números aleatórios, e múltiplos cenários para que consigamos aproximar os resultados dentro de uma margem aceitável. A simulação Monte Carlo é um método robusto e confiável resolvendo uma boa variedade de problemas de forma rápida e com menos esforço (PLANTON; CONSTANTINESCU, 2014).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. **Curso de econometria espacial aplicada**. 1 ed. Piracicaba: Esalq-USP, 2004. 130 p.
- ARANA, L. V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004. 348 p.
- ASCHE, F.; ROLL, K. H.; TROLLVIK, T. New aquaculture species-the whitefish market. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 13, n. 2, p. 76-93, may 2009.
- BRABO, M. F. Piscicultura no Estado do Pará: situação atual e perspectivas. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Sergipe, v. 2, n. 1, p. p: i-vii. 2014. Resenha.
- _____.; BRABO, M. F; PEREIRA, L. S; FERREIRA, L. D; COSTA, J. P; CAMPELO, D. A; VERAS, G. C; A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 16-26, jun- ago, 2016.
- BRASIL. **Programa racional de assistência técnica e extensão rural-PNATER**, Lei nº 12.188 de janeiro de 2010. jan. 2010.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J. O. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método Monte Carlo. **Caderno de pesquisa em administração**, v. 1, n. 6, p. 63-75, 1998.
- CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M; FUCKS, S. D; CARVALHO, Análise espacial de eventos. In: M. S. DRUCK, S; CARVALHO, M S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A, V M. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. 15 p.
- CÂMARA, G; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S; CARVALHO, M S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A, V M. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. 26 p.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. Fundamento de geoprocessamento. In: CÂMARA, C; MOREIRA, F.R.; BARBOSA FILHO, C.R.A.; BÖNISCH, S. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José do Campos: INPE, 2001.
- CAMPO, S. R.; ZUNINGA-JARA, S. Reviewing capital cost estimations in aquaculture. **Aquaculture, Economics e Management**, Abingdon, v. 22, p. 72-93, mar. 2017.
- CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Tambaqui: considerações sobre a cadeia de produção e o preço. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 149, p. 42-45, mai-jun. 2015.
- CARUSO, C.; QUARTA, F. Interpolation Methods Comparison. **Computers Math. Applic.**, v. 35, n. 12, p. 109-126, 1998.
- CARVALHO FILHO, J. A produção aquícola de 2017. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 168, set-out. 2018.

CRUZ, I.; CAMPOS, V. B. G. Sistema de informação geográficas aplicados à análise espacial em transporte, meio ambiente e ocupação do solo. **Rio de transporte III**, Rio de Janeiro, 2005.

DAHL, R. E. A study on price volatility in the aquaculture market using Value-at-Risk (VaR). **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 21, p. 125-143, jan. 2017.

DE-CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 56, n. 1, p. 1-6, 2013.

FALABELLA, P. G. R. **A pesca no Amazonas: problemas e soluções**. Manaus: 1995. 126 p.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018**. 1 ed. Roma: Sofia, 2018. 250 p.

FISHER, M. M.; WANG, J. **Spatial data analysis: models, methods and techniques**. New York: Springer, 2011. 91 p.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?**. ed. 8. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 24, 1983. 93p.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 801 p.

HATCH, U.; TAI, C. F. A survey of aquaculture production economics and management. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 1, n. 1-2, p. 13-27, nov. 2008.

INSULL, D.; NASH, C. E. **La formulacion de proyectos de acuicultura**. Roma: FAO Documento técnico de pesca, 1991. 161 p.

KOBAYASHI, M; MSANGI, S; BATKA, M; VANNUCINI, S; DEY, M. M; ANDERSON, J. L. Fish to 2030: The role and opportunity for aquaculture. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 19, n. 3, p. 282-300, aug. 2015.

LEKANG, O.-I. **Aquaculture Engineering**. 2 ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. 433 p.

LIMA, E. C; VIANA, J. C; LEVINO, N. A; MOTA, C. M. Simulação Monte Carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projeto. In: **IV Congresso nacional de excelência em gestão de 31 julho a 02 de agosto-Niteroi-RJ/Brasil**, 2008. p.2-13.

LUCAS, J. S.; SOUTHGATE, P. C. **Aquaculture: Farming aquatic animals and plants**. 3 ed. [S.l.]: Blackwell Publishing Ltd., 2007.

MACHADO, N. R. S.; FERREIRA, A. O. Método de simulação de Monte Carlo em planilha Excel: desenvolvimento de uma ferramenta versátil para análise quantitativa de risco em gestão de projetos. **Revista de Ciências Gerencias**, v. 16, n. 23, p. 223-244, 2012.

MATSUNAGA, M; BEMELMANS, P. F; TOLEDO, P. N; DULLEY, R. D; OKAWA, H; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. Boletim técnico do instituto de economia agrícola, ano XXIII, p. 123-139, mar. 1976.

MELLO, N. T. C.; ARRUDA, S. T.; CHABARIBERY, D.; CAMARGO, J. R. V.; RIBEIRO JUNIOR, R. Proposta de nova metodologia de custo de produção do instituto de economia agrícola. In: **IEA Relatório de Pesquisa do Instituto de economia agrícola**. São Paulo: IEA, 1988.

MEROLA, N. Noções sobre manutenção de registros e de análise econômicos para aquicultura. In: FAO. **Manual de manejo de reservatório para produção de peixes**. Brasília: FAO/DNOCS, 1988. cap. 10.

NAVA, A. F.; TEXEIRA, R. D. A importância da extensão técnica na aquicultura da América Latina. *Panorama da aquicultura*, Rio de Janeiro, n. 145, p. 47-49, set-out. 2014.

NEVES, A. A.; MAMEDE, A. C.; OLIVEIRA, T. C. Cadeia de distribuição de tambaqui criado em cativeiro no estado de Rondônia: um estudo de caso voltado para as dificuldades de distribuição do tambaqui na capital. **Diálogos: Economia e Sociedade**, Porto Velho, v. 2, n. 1, p. 55-61, jan-jun, 2018.

O' DE ALMEIDA JUNIOR, C. R. M.; SOUZA, R. A. L. Aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR - TROPICAL JOURNAL of Fisheries and Aquatic Sciences**, Belém, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2013.

OLAYA, V. *Sistemas de Informacion Geografica*. Girona: SIGTE, 2014. 478 p.

OLIVEIRA, A. S. C. D.; SOUZA, R. A. L. D.; MELO, N. F. A. C. D. Estado da arte da piscicultura na mesorregião do Sudoeste Paraense-Amazônia Oriental. Belém: **Boletim Técnico Científico do CEPNOR - TROPICAL JOURNAL of Fisheries and Aquatic Sciences**, v 14, n. 1, p. 33-38, 2015.

OLIVEIRA, P. N. **Engenharia para aquicultura**. 2 ed. Fortaleza: UFRPE, 2013. 361p p.
PILLAY, T. V. R. Economic and social dimensions of aquaculture management. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 1, n. 1, p. 3-11, 1997.

PINCINATO, R. B. M.; ASCHE, F. The development of brazilian aquaculture: Introduced and native species. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 20, n. 3, p. 312-323, jul 2016.

PLANTON, V.; CONSTANTINESCU, A. Monte Carlo method in risk analysis for investment projects. **Procedia Economics and Finance**, v. 15. p. 393-400, 2014.

RODRIGUES, M. J. J.; SAWAKI, H. K.; ARANA, H. N. C.; SILVA, F. R. L. **Aquicultura na Amazônia**: o estado atual e perspectiva para o seu desenvolvimento. 1996, Especialização (Programa de Pós-graduação interdisciplinar em desenvolvimento sustentável do trópico úmido) - PDTU/UFPA/NAEA, Belém, 1996.

SANTANA, A. C. *Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local*. Belém: GTZ/TUD/UFRA, 2005. 197p.

SCORVO FILHO, J. D.; MARTINS, M. I. S. G.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D. Instrumento para análise da competitividade na piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C;

FRANCALOSSO, D. M; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 517-533.

SHAFFIE, S. S.; JAAMAN, S. H. Monte carlo on Net Present Value for capital investment in Malaysia. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 219, p. 688-693, 2016.

SHANG, Y. C. Research on aquaculture economics: a review. **Aquacultural engineering**, v. 5, p. 103-108, 1986.

SILVA, A. M. C. B. et al. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião sudeste do estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNor**, Belém, v. 10, n. 1, p. 55-65, 2010.

SILVA, C. R.; QUINTAS, M. C. L.; SILVA, J. A. Estudo do método de interpolação do inverso da distância a uma potência. In: **II Simposio brasileiro de geomática/ V Colóquio brasileiro de ciências geodésicas**, v. 24-27 de jul, p. 57-62, 2007.

SILVERMAN, B. W. Density estimation for statistics and data analysis. In: HALL, C. A. Monographs on statistics and applied probability. London: **School of Mathematics University of Bath**, 1986. 22 p.

SONODA, D. Y.; SHIROTA, R. Consumo de pescado no Brasil fca abaixo da média internacional. **Visão agrícola**, v. 11, p. 145-147, jul-dez 2012.

VALLEJO, S. V.; GONZÁLES-POSADA, J. O. **Acuicultura: la revolución azul**. Madrid: APROMAR, 2007. 364 p.

VANNUCI, L. R. Matemática financeira e engenharia econômica: princípios e aplicações. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2013. 320 p.

VAZ, V. A Formação dos latifúndios no sul do Estado do Pará: terra, pecuária e desflorestamento. 2013. 168 f. Tese (Pós-graduação em desenvolvimento sustentável) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2013.

VIEIRA, R. D. S. Crescimento econômico no estado de São Paulo. 1 ed. São Paulo: Cultura acadêmica, 2009. 106 p.

ZACARDI, D. M; LIMA, M. A. S; NASCIMENTO, M. M; ZANETT, C. R. M. Caracterização socioeconômica e produtiva da aquicultura desenvolvida em Santarém-Pará. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Aracaju, p. 102-112, dez 2017.

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

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A AQUICULTURA: ESTUDO DE CASO DO POTENCIAL AQUÍCOLA DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA.

¹Victor Tiago da Silva Catuxo, ²Breno Gustavo Bezerra Costa, ³Kátia Cristina de Araújo Silva

¹Mestrando em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais – UFRA, ²Doutor e Professor do curso de Engenharia de Pesca-UFRA, ³Doutora e Professora da Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais-UFRA.

RESUMO: O presente estudo ocorreu no município de Conceição do Araguaia, no estado do Pará, visando observar de forma espacial o estabelecimento de empreendimentos aquícolas e a possibilidade de ampliação da atividade, utilizando análise espacial ponderada. Foi verificada a distribuição espacial dos piscicultores existentes e suas respectivas produções, através de ferramentas geoestatísticas, entre as quais: Averagem Nearest Neighbor (ANN) e kernel, para a análise de densidade e o método Natural Neighbor (NN), a fim de avaliar as áreas mais produtivas. Para análise de ponderação a áreas propícias a construção de viveiros escavados, utilizou-se a metodologia Weighted Overlay, que sobrepõem várias camadas com pesos atribuídos, de acordo com a sua participação no processo de construção aquícola. Na análise de ponderação, foram utilizadas imagens de satélite processadas de forma a representar relevos, hidrografia e uso do solo. Em alguns mapas, foram utilizadas informações de instituições governamentais. Os resultados mostraram que a dispersão dos piscicultores se deu de forma agregada. Os aglomerados formados dentro de um raio de 5,0 km, constituíram 6 áreas, mas apenas duas com potencial para crescimento. As ponderações de áreas propícias, mostraram que 27,43% é regular e 16,65% são ideais, muito embora a atividade tenha se desenvolvido nas áreas regulares.

Palavras-chave: Piscicultura, SIG, kernel, Weighted Overlay.

GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO AQUACULTURE: A CASE STUDY OF THE AQUACULTURAL POTENTIAL IN THE CITY OF CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA.

ABSTRACT: *The present study in the municipality of Conceição do Araguaia in the state of Pará aiming to observe in a spatial way the establishment of aquaculture enterprises and the possibility of expanding the activity, using weighted spatial analysis. The spatial distribution of the existing fish farmers and their respective*

productions was verified, through geostatistical tools, among which: Averagem Nearest Neighbor (ANN) and kernel, for density analysis and the Natural Neighbor (NN) method to evaluate the most productive areas. For weighting analysis of propitious areas the construction of excavated ponds used the Weighted Overlay methodology, which overlap several layers with assigned weights, according to their participation in the aquaculture construction process. In the weighting analysis, satellite images processed in order to represent reliefs, hydrography and land use were used, in some maps information from government institutions was used. The results showed that the dispersion of fish farmers occurred in an aggregate manner. The clusters formed within a radius of 5.0 km, constituted 6 areas, but only two with potential for growth. The weightings of propitious areas, showed that 27.43% is regular and 16.65% are ideals, although the activity was developed in regular areas.

Keywords: Fish Farmer, SIG, Kernel, Weighted Overlay

INTRODUÇÃO

A utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem crescendo rapidamente em todo mundo, pois possibilita um melhor gerenciamento das informações, com consequências positivas na tomada de decisões, mesmo em áreas de grande complexidade, mostrando-se útil em áreas urbanas e rurais, de proteção ambiental, da saúde, da segurança e outras (LISBOA FILHO; IOCHPE, 1996). O georreferenciamento da informação permitiu o estabelecimento do geoprocessamento, tratando informações geográficas pelo uso de ferramentas matemáticas e computacionais (CÂMARA; DAVIS, 2001).

A necessidade de um processo de coleta de informações flexível, que permita decisões com maior celeridade e que revele cenários mais próximos da “realidade” é de fundamental importância na adoção de políticas públicas. Nesse sentido o SIG se torna uma importante ferramenta de análise para o planejamento e tomada de decisão, justamente porque é um sistema integrado de banco de dados, software e pessoas (analista), usado para armazenamento, triagem, organização e análise de dados espaciais (KAPETSKY; NATH, 1997).

A utilização do SIG como ferramenta para planejamento de políticas públicas na aquicultura, possibilitaria a organização da atividade e minimizaria os impactos ambientais (SCOTT, 2001). Na aquicultura, as ferramentas geotecnológicas vêm se tornando importantes na tomada de decisão, por serem capazes de manejar e integrar

os diversos componentes de um banco de dados aquícola, tais como clima, água (quantidade e qualidade), informações do solo, mercado, infraestrutura e outras informações gerais (SCOTT; VIANNA; MATHIAS, 2002).

Com grande potencial para atividade aquícola, o estado do Pará, dispõem de dados oficiais pouco confiáveis e conflitantes (BRABO, 2014). A necessidades de informações confiáveis é de fundamental importância para planejamento de estratégias que viabilizem o desenvolvimento da atividade. Nesse contexto, o uso de ferramentas geotecnológicas e sua integração aos dados aquícolas obtidos “in situ”, torna possível a identificação de padrões da atividade, auxiliando na tomada decisões.

O presente trabalho tem por objetivo integrar dados “in situ” a informações georreferenciadas úteis à definição de um prognóstico da piscicultura em Conceição do Araguaia, região sudeste do estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Conceição do Araguaia no estado do Pará, situado a uma distância 1.116 km da capital do estado, possui uma população rural de 14.715 habitantes, correspondente a 32,30 % da população total (FAPESPA, 2016). De economia baseada na produção agrícola, pode-se observar, nos últimos anos, um forte desenvolvimento da piscicultura.

Na região, a piscicultura é caracterizada como de pequeno porte, com predominância de cultivos extensivos (SILVA et al., 2010).

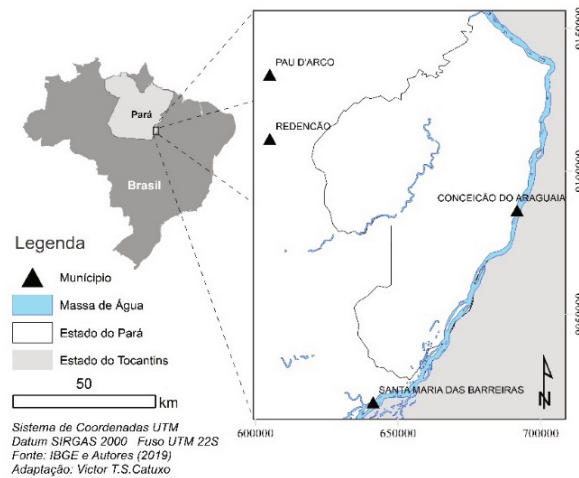


Figura 1. Localização do município de Conceição do Araguaia. Fonte: Autores (2019)

SIG (Sistema de Informações Geográficas)

No processo de construção do SIG, as informações espaciais e os dados coletados in situ devem funcionar como modelo da realidade (LISBOA FILHO; IOCHPE, 1996). Deste modo, são apresentadas as seguintes considerações: as coordenadas das propriedades foram identificadas por meio de objetos tipo ponto; para cada ponto foi mensurado a lamina de água e estimada a produtividade, em 8 ton.ha⁻¹; partindo da produtividade por propriedade, estimou-se a demanda de ração, com base na conversão 1,80 e o valor a R\$ 2,00 por kg de ração; a receita de cada propriedade foi estimada com base no preço de R\$ 8,00 por kg de pescado (Figura 2).

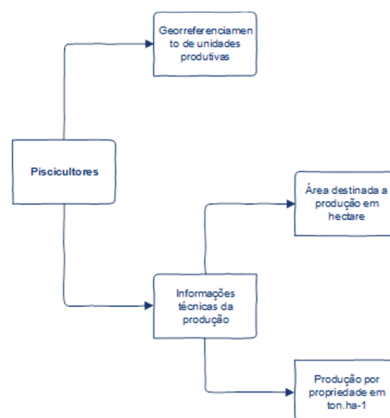


Figura 2. Histograma representativa da relação das variáveis adotadas. Fonte: Autores (2019).

Distribuição espacial e a formação de cluster de produção aquícola.

Distribuição espacial do empreendimento aquícola.

A distribuição dos piscicultores na área da pesquisa foi avaliada pelo método do Vizinho Mais Próximo (Average Nearest Neighbor-ANN), sendo determinada pela distância entre cada centroide do ponto e o seu vizinho. Se essa distância média for menor que a média de uma distribuição aleatório hipotética, a distribuição será considerada agrupada; na situação inversa teremos distribuição dispersa (CHILDS, 2004). Neste estudo, a distância entre pontos foi avaliada pelo método euclidiano. Assim a razão média do Vizinho Mais Próximo é calculada a partir da distância média observada, dividida pela distância média esperada, com a amplitude variando 0 a 2,15, para os valores próximos a zero, indicando que os pontos estão agrupados. Já os valores próximos a um, indicam aleatoriedade dos pontos e, quanto mais distante de um, indica dispersão dos pontos (Equação 1).

$$ANN = \frac{DO}{DE} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}}{\frac{0.5}{\sqrt{n/A}}} \quad (\text{Equação 1})$$

em que: DO = distância média observada; DE = distância média estimada; di = distância entre os piscicultores; n = número total de pontos; A = área mínima de retângulo entre os piscicultores.

Adensamento

Após a verificação da dispersão dos pontos, foi avaliado os possíveis agrupamentos existentes, através do estimador de calor de kernel, que analisa o adensamento de pontos, através da área de influência, ou seja, quanto mais longe do ponto, menor é a influência de atuação. Assim, a densidade em cada área é calculada somando os valores de todos os núcleos, acrescentando a sua área de influência (SILVERMAN, 1986). Dessa maneira, a distância de cada ponto na área de influência é medida e contribui para a intensidade da estimativa da área, de acordo com a

proximidade do centro, definindo-se, assim, o algoritmo do Mapa de kernel, que é então calculado de acordo com a equação (2).

$$f'_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-X_i}{h}\right) \quad (\text{Equação 2})$$

em que: k = representa a função de ponderação kernel que, por conveniência, é expresso em forma padronizada (ou seja, é centrada na origem, com um volume total igual a 1, abaixo da curva); essa função é centrada em “x”, que é a posição do centro de cada célula do raster de saída; h = representado pelo raio de busca; Xi = posição do ponto “i” proveniente do centroide de cada polígono; n = o número total de focos de calor.

Graficamente podemos imaginar uma função tridimensional sobre cada ponto “s”, com um algoritmo de contorno adequado a função. Dessa forma, quanto mais próximo de um, maior é a aproximação.

Avaliação da produtividade

Os valores referentes à produção aquícola na área de estudo foram analisados através de métodos de interpolação, conhecido como Vizinho Natural (Natural Neighbor). O método é uma técnica de média móvel ponderada, que usa relações geométricas para escolher e ponderar pontos próximos, cujo resultado produz valores conservadores, entretanto confiáveis, especialmente para dados esparsos e erráticos (WATSON, 2002). A equação da interpolação do vizinho natural (NN) é:

$$NN \text{ ou } G(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f(x_i, y_i) \quad (\text{Equação 3})$$

em que: G = número de vizinhos mais próximos utilizados na interpolação; f = valor observado; w = peso associado.

O número de vizinhos naturais é determinado pela construção de círculos vizinhos, assim dois pontos são vizinhos naturais se estiverem no mesmo círculo vizinho, sendo utilizada a triangulação de Delaunay. Os pesos (w) dependem da área sobre cada ponto de dados.

Elaboração de mapas tipográficos.

A elaboração e modelagem de mapas para análise de locais propícios à atividade aquícola levou em consideração os viveiros escavados, comuns na área pesquisada. Na definição de áreas propícias à implantação dos empreendimentos aquícolas, foram definidos os seguintes critérios: tipo de Solo, onde se analisou a sua declividade e tipologia, para uso de critérios; disponibilidade hídrica – nesse foi avaliado a proximidade dos cursos de água superficial; e a logística ligada à produção, visando avaliar a proximidade do mercado consumidor e as condições de trafegabilidade dessas vias.

De acordo com Scott (2001), as ponderações propostas possuem relação com critérios técnicos construtivos, ambientais e econômicos, visando assim proporcionar ao avaliador segurança na escolha de áreas propícias à implantação.

Na construção de viveiros de terras a declividade (Figura 3), mostra-se um critério de fundamental importância, este limita a movimentação de terra e define o escoamento superficial e subterrâneo. Na construção de viveiros escavados, a declividade mais amena diminuí o custo com terraplanagem, sendo ideal entre 0 a 5 % (SOUZA; MELO, 2004).

A disponibilidade hídrica (Figura 4) para os empreendimentos aquícolas é um fator preponderante e deve ser avaliado, de forma a possibilitar o fácil acesso ao recurso, proporcionando ao empreendedor um melhor planejamento no design das estruturas hidráulicas e diminuindo os custos de implantação (ONO; CAMPOS; KUBITZA, 2005).

A escolha do tipo de solo para implantação dos viveiros é muito importante, uma vez que solos que ofereçam maior resistência ao desmonte oneram o custo de terraplanagem. Os solos destinados a construção de viveiros de terra devem possuir textura argilosa, prevendo a retenção de água e maior facilidade à modelagem. Os percentuais de argila devem ser mantidos acima de 20%, visando maior resistência e plasticidade. Embora, terrenos arenosos ou encharcados também possam ser manejados para construção aquícola, os custos são maiores, pois se deve transportar o solo mais adequado para o local da obra.

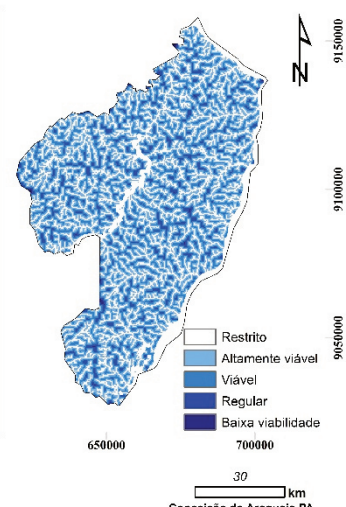
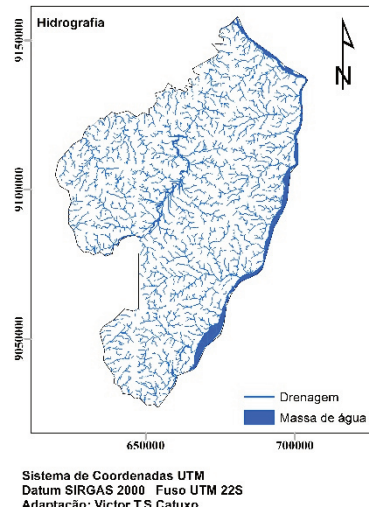
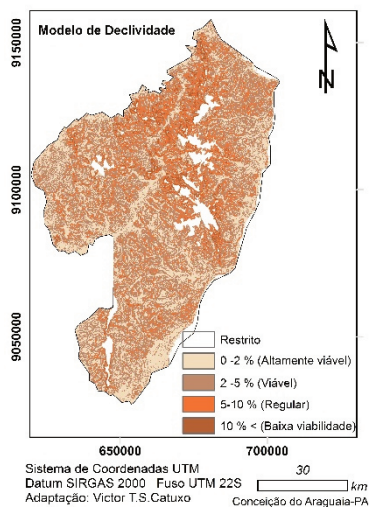


Figura 3. Declividade da área pesquisada analisado a partir de imagens STRM.

Figura 4. Modelo de acesso ao recurso hídricos, na área pesquisada, criado a partir de imagens STRM.

Avaliando os solos existentes na região (Figura 5), foi constatado que o argissolo é mais adequado à construção de viveiros de terra, seguido do latossolo, que mesmo com textura média, possui dificuldades para reter água. Já o plintossolo, com textura franco-arenosa, possui grandes restrições à percolação, em quanto o gleissolos está boa parte do ano saturado em água (SANTOS, et al., 2014).

Para logística de escoamento da produção e recepção dos insumos, a rodovia estadual PA-287 é a principal via de acesso pavimentada do município, esta é a rota da soja do Centro-Oeste ao porto de Itaqui no Maranhão. Outra rodovia estadual de grande importância, mas não asfaltada é a PA-449, responsável pelo escoamento da produção de abacaxi (Figura 6). As estradas não pavimentadas da região ficam comprometidas no inverno, dificultando o escoamento da produção.

A proximidade do mercado consumidor (Figura 7), insumos, serviços e infraestrutura básica, foram definidos como limitantes ao desenvolvimento da atividade. Os insumos e serviços são de grande importância à atividade, principalmente, quanto à energia elétrica, comunicação, serviços bancários, serviços públicos, oficinas, ração e disponibilidade de equipamentos (SCOTT, 2001). Na presente pesquisa foram constatados os principais centros urbanos e sua área de influência.

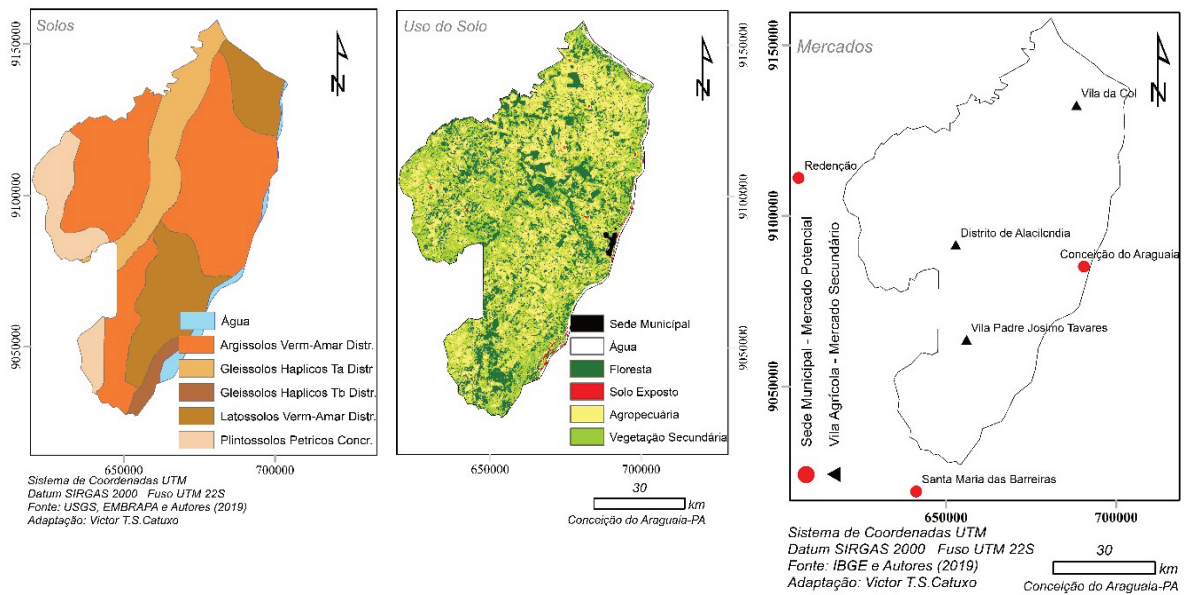


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo na área estudada, retirado do banco de dados da EMBRAPA e construído a partir de imagens STRM.

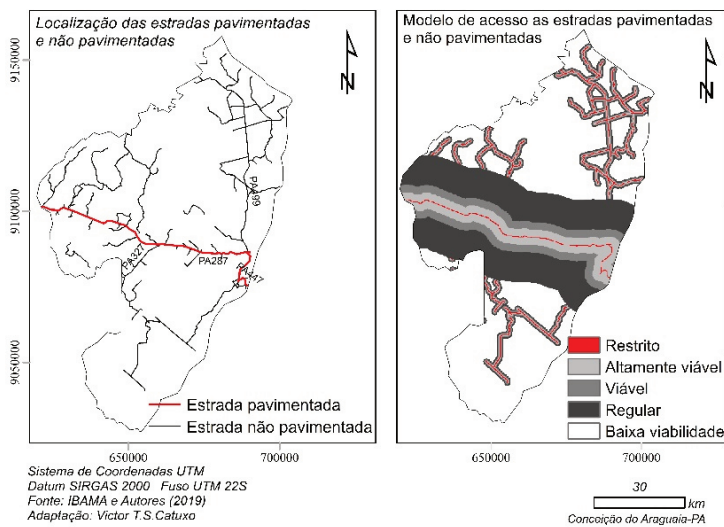


Figura 6. Modelos de acesso as rodovias na área estudada. Fonte: IBGE

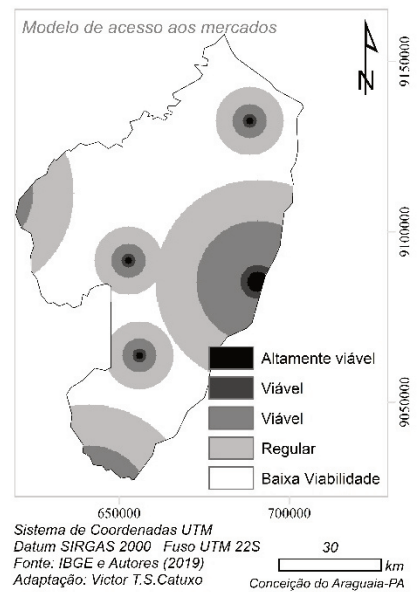


Figura 7. Modelos de acesso aos mercados na área estudada. Fonte: IBGE

As informações coletadas foram adquiridas através dos portais USGS - United States Geological Survey e WordClin; e os shapefiles foram adquiridos dos portais Geonetwork-FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations); IBAMA –

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis; EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e, por fim, do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

As análises espaciais foram realizadas a partir de imagens Landsat 08, sensor OLI/TIRS, com resolução geométrica de 30 m para bandas OLI multiespectrais, faixa pancromática OLI de 15 m e para TIRS barras térmicas de 100 m, a última foi configurada para 30 m para coincidir com as bandas multiespectrais, adquirida em junho 2018. Para configuração do terreno, foi utilizada a imagem do tipo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) no formato Geotiff, com resolução de 30 m, com data próxima ao mês de setembro 2014. O período para seleção das imagens foi definido para uma baixa incidência de nuvens. No processo, as imagens foram ajustadas ao sistema de coordenadas UTM. na zona 22S, e DATUM Sirgas2000, com a calibração radiométrica realizada automaticamente pelo software utilizado.

As informações coletadas foram adquiridas através dos portais USGS - United States Geological Survey e WordClin; e os shapefiles foram adquiridos dos portais Geonetwork-FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations); IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis; EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e, por fim, do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

As análises espaciais foram realizadas a partir de imagens Landsat 08, sensor OLI/TIRS, com resolução geométrica de 30 m para bandas OLI multiespectrais, faixa pancromática OLI de 15 m e para TIRS barras térmicas de 100 m, a última foi configurada para 30 m para coincidir com as bandas multiespectrais, adquirida em junho 2018. Para configuração do terreno, foi utilizada a imagem do tipo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) no formato Geotiff, com resolução de 30 m, com data próxima ao mês de setembro 2014. O período para seleção das imagens foi definido para uma baixa incidência de nuvens. No processo, as imagens foram ajustadas ao sistema de coordenadas UTM. na zona 22S, e DATUM Sirgas2000, com a calibração radiométrica realizada automaticamente pelo software utilizado.

Com as imagens Landsat 8 já tratadas foi realizada a classificação supervisionada, visando a identificação de classes e calculando suas assinaturas,

visando a geração do mapa de uso do solo. Com as imagens SRTM, foi possível elaborar um modelo de elevação e o sistema de drenagem da área de estudo. De posse dos vetores, foram geradas áreas de amortecimento (buffer), visando delimitar as consideradas prioritárias, não prioritárias e restritivas.

Parâmetros de seleção

Para análise ponderada foram definidos os critérios de acordo com a tabela 1, estabelecendo as áreas consideradas prioritárias, na seguinte escala: altamente viável, viável, regular e baixa viabilidade, (KAPETSKY; NATH, 1997).

Partindo dos critérios de análise, foram criadas superfícies (raster) de sobreposição ponderada à análise de múltiplos critérios, representadas de acordo com sua influência. Cada superfície recebeu o peso em porcentagem (Tabela 2), assim, o percentual baixo de um peso poderá ser compensado pela pontuação alta do outro (VOLKER; SCOTT, 2008).

Tabela 1. Ponderação dos critérios necessários a análise de viabilidade de áreas propícias a implantação de empreendimentos aquícolas na área de estudo.

Fatores	Valor de Referência	Conceito	Fatores	Valor de Referência	Conceito
Declividade	0 - 2%	Altamente viável	Estrada pavimentada	0 – 15 m	Restrito
	2 - 5%	Viável		15 – 2.500 m	Altamente viável
	5 - 10%	Regular		2500 – 5.000 m	Viável
	10% <	Baixa viabilidade		5000 – 15.000 m	Regular
Rio (largura 600 m <)	< 500 m	Restrito		15.000 m <	Baixa viabilidade.
	500 – 1.000 m	Altamente viável	Estrada não pavimentada	0 – 15 m	Restrito
	1.000 – 3.000 m	Viável		15 – 300 m	Altamente viável
	3.000 – 6.000 m	Regular		300 – 600 m	Viável
	6.000 m <	Baixa viabilidade.		600 – 1.000 m	Regular
Córrego (Largura 10-50 m)	< 50 m	Restrito		1.000 m <	Baixa viabilidade.
	50 – 500 m	Altamente viável	Proximidade de cidades	0 – 3.000 m	Altamente viável
	500 – 1.000 m	Viável		3.000 – 5.000 m	Viável
	1000 – 1.500 m	Regular		5.000 – 8.000 m	Regular
	1.500 m <	Baixa viabilidade.		8.000 m <	Baixa viabilidade.
Uso do solo	Agricultura e pasto	Altamente viável	Proximidade de vilas	0 – 1.000 m	Altamente viável
	Solo exposto	Viável		1.000 – 2.000 m	Viável
	Vegetação secundária	Regular		2.000 – 5.000	Regular
	Floresta	Baixa viabilidade.		5.000m <	Baixa viabilidade.
Tipo de solo	Argissolos	Altamente viável			
	Plintossolos	Viável			
	Latossolos	Regular			
	Gleissolos háplicos	Regular			
	Ta				
	Gleissolos háplicos	Baixa viabilidade			
Tb					

Tabela 2. Peso dos caracteres em percentagem, utilizadas na análise multicritério.

Peso dos caracteres em percentagem			
Construção (Solo)	55%	Declividade	20%
		Tipo de Solo	15%
		Uso do Solo	20%
Hidrologia	15%	Rio	6%
		Córrego	9%
Estrada	10%	Com pavimentação	8%
		Sem pavimentação	2%
Localização	20%	Cidade	16%
		Vila	4%
Total	100%		100%

As áreas restritivas definidas foram: Área de Preservação Permanente (APP), destina à proteção de cursos de águas naturais pertinentes e intermitentes, atendendo ao Código Florestal, de acordo com Lei 12.651/12 (TABELA 3); e a faixa não edificável das rodovias definida pela Lei 10.932/2014, estabelecida em 15m.

Tabela 3. Área restrita utilizada nesse trabalho. Fonte: (BRASIL, 2012)

Faixa Marginal de APP em metros	Largura Máxima do Curso de Água
50	10 - 50
500	600 <

RESULTADOS

Cenário atual.

Foi constatado que a piscicultura em viveiro escavado na área da pesquisa é uma atividade estabelecida, e é exercida por pequenos agricultores com área de lâmina de água média de 0,30 ha.

Caracteres gerais da atividade na área de estudo.

No estudo, foi identificado 68 piscicultores (Figura 8) com área de produção de 63,33 ha. Em todas as áreas de cultivo foi observada a criação de tambaqui e seus híbridos em viveiros semi-intensivo, em viveiros barragem e derivação.

Na área de estudo, a produção estimada pode chegar a cifras de 579,00 ton.ano⁻¹, para esse valor é necessário em torno de 41.694 sacos de ração, de 25

kg, para um período de produção. Esse insumo gira em torno de 2,0 milhões de reais, na região. A lucro bruto pode chegar a 4,63 milhões.

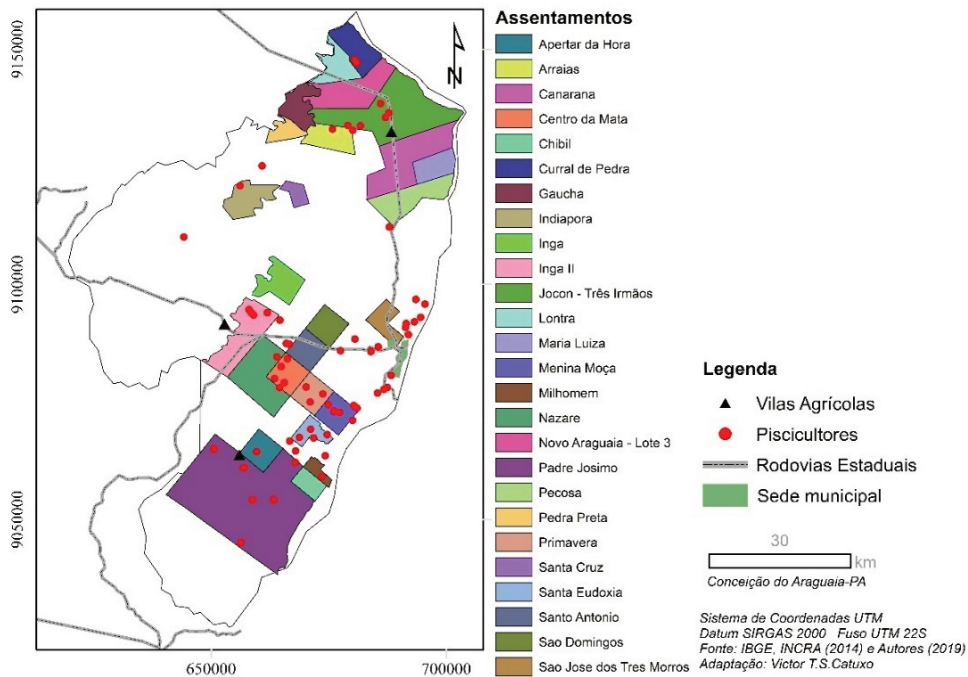


Figura 8. Localização espacial dos piscicultores com respectivas vilas, assentamento rurais e estradas.

Tabulando a produção dos agricultores em um histograma (Gráfico 1) foi possível observar que os mesmos possuem até 3,0 ton.ano⁻¹, o que representa 51,47% dos criadores de peixes. Na análise, foi possível observar também que apenas 3 agricultores apresentaram produção acima 50 ton.ano⁻¹, sendo que desses, apenas dois criadores tem essa atividade como principal geradora de renda. A frequência analisada mostrou que a média de produção se manteve próximo a 8,51 ton.ano⁻¹ e a mediana próximo a 2,94 ton.ano⁻¹, já o desvio padrão apresentou grande dispersão ficando próximo a 15,58 ton.ano⁻¹.

A distribuição dos piscicultores no território do município (5.829,49 km²), avaliada através do método do vizinho mais próximo, foi possível observar ANN de 0,64, derivado da distância observada (DO) 2,69 km e a distância estimada (DE) de 4,16 km, sendo possível inferir que os piscicultores na área de estudo, se distribuem de forma agregada (Figura 9).

Gráfico 1. Histograma com o número de produtores e suas respectivas produções.

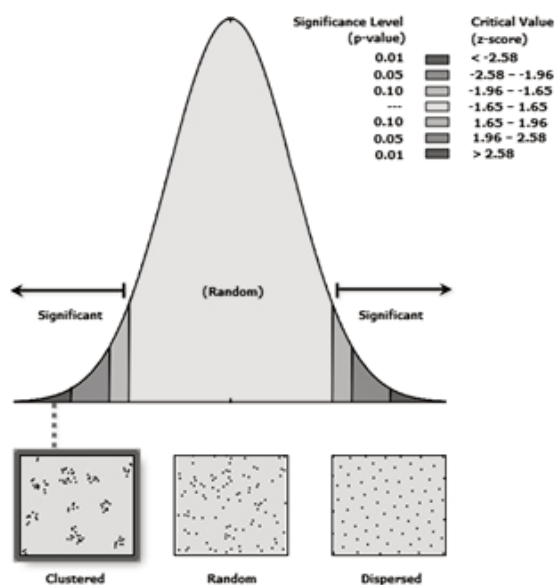
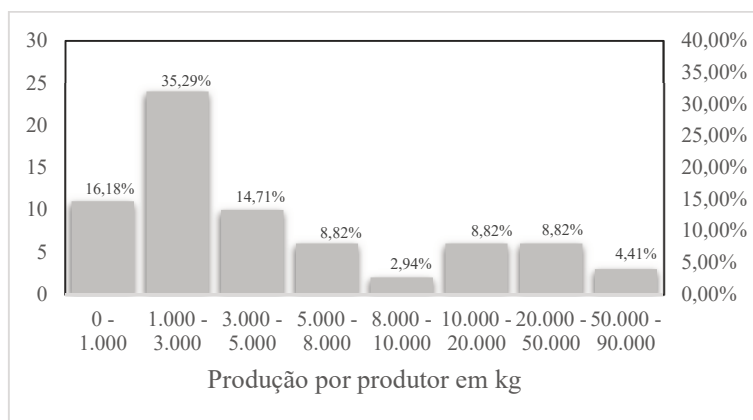


Figura 9. Avaliação do Vizinheiro Mais Próximo para os piscicultores de Conceição do Araguaia.

Para validar os resultados de ANN, foram criados mapas de calor (k) (Figura 10) onde foi possível observar pequenos aglomerados nos assentamentos rurais Menina Moça, Primavera, Canarana, Centro da Mata, Santa Eudóxia, Joncon Três Irmãos e Ingá II.

Outro aglomerado foi delimitado no norte da sede municipal, na comunidade Geovamira, que se destaca pelo número elevado de cavas de exploração mineral de

seixo e areia, utilizados na construção civil. As cavas após o seu uso são aproveitadas para piscicultura, como medida mitigadora do passivo ambiental.

Após a etapa de distribuição espacial dos piscicultores, os mesmos foram avaliados quanto à sua produção, pelo método do Vizinho Natural (Natural Neighbor), que utiliza técnicas de médias ponderadas, bem próximas às utilizadas no método de Interpolação IDW, o qual prediz que a influência de cada ponto é proporcional ao inverso da distância do nó da malha (CHILDS, 2004).

Através deste método, foi possível observar um grupo com grande produção nos assentamentos Menina Moça e Primavera, outro no assentamento Santa Eudóxia e, por fim, próximo à sede municipal. A escolha dessas áreas pode evidenciar fatores sociológicos e ambientais.

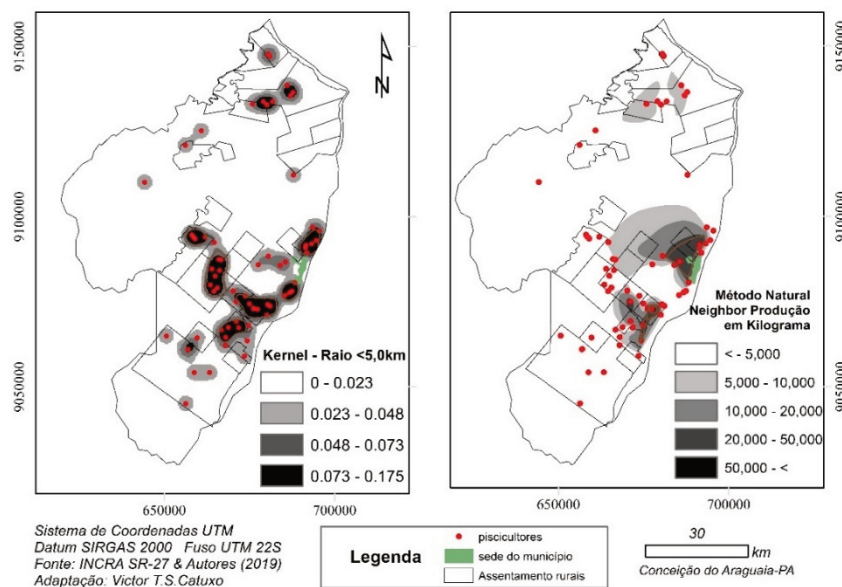


Figura 10. Mapa kernel para a avaliação espacial de densidade e mapa Natural Neighbor que visa avaliar através de curva de intensidade as regiões mais produtivas.

Potencialidade da atividade aquícola na área de estudo.

Na avaliação das potencialidades, foi possível observar que 33% das áreas da pesquisa possuem declividade até 2%, sendo considerada altamente viáveis à construção de viveiros escavados, enquanto as viáveis representaram 42%, com

declividades entre 2-5%. As áreas planas próximas aos cursos de água possibilitam menor recalque.

Considerando os critérios ponderados, foi possível constatar que as áreas potenciais para construção de viveiros escavados representam 0.06% da área, enquanto as áreas viáveis representam 16,65% do município. Mais da metade da área em estudo é considerada restrita à construção de viveiros escavados, estas representam massa de água, encostas, alagados e APP's.

As áreas consideradas viáveis para atividade estão localizadas dentro de grandes fazendas na região, que trabalham em sua maioria com animais de grande porte (bovinocultura). Segundo o estudo presente, mesmo com regular viabilidade, o desenvolvimento da atividade ocorreu também em área de assentamento rurais, em razão das políticas de governamentais relacionadas à extensão rural.

Tabela 4 – Classificação das áreas que podem ser destinadas a construção de viveiros escavados para produção de peixes.

Classificação	Área (km2)	Área (%)
Restrito	3242,18	55,62%
Altamente viável	3,24	0,06%
Viável	970,70	16,65%
Regular	1598,99	27,43%
Baixa viabilidade	14,37	0,25%
Total	5829,48	100,00%

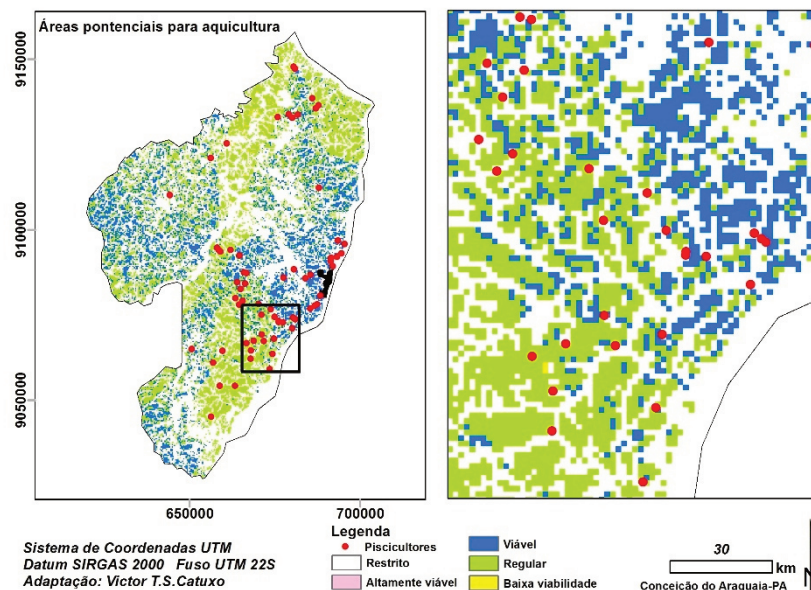


Figura 10 - Área potenciais para construção de viveiros escavados na área de estudo.

Foi evidenciado, no presente estudo, um grande número de empreendimentos localizados nas áreas de APP's, área protegidas pelo Código Florestal Brasileiro. No entanto, é importante salientar que no estado do Pará, com anuência do órgão licenciador, a piscicultura pode suprimir até 5,0 % da área de APP, declarada no licenciamento ambiental (PARÁ, 2011).

DISCURSÃO

O estudo constatou que os viveiros localizados na área de estudo possuem as mesmas características descritas por Brabo (2014) para o estado do Pará, com intensidade de produção semi-intensiva, entretanto, essa atividade se destaca por movimentar fortemente o mercado insumos (ração).

A área em estudo é formada por pequenos núcleos de produção aquícola organizados por questões sociais e ambientais.

Utilizando o método do vizinho mais próximo na atividade florestal, os Estados Unidos, foi possível avaliar que os aglomerados se formavam a partir de suas afinidades (HAGADONE; GRALA, 2012).

No estudo foi observado que os piscicultores margeiam as áreas viáveis, pois nessas áreas é possível observar grandes fazendas que trabalham com a bovinocultura de corte.

Na comparação econômica entre a bovinocultura e a piscicultura, a última é 1,40 vezes superior à primeira, na produção de carne; e que na região Norte o consumo de pescado é 70% superior a outras carnes (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016). Dessa maneira, evidencia-se que atividade na área em estudo é uma realidade, todavia, a desorganização na verticalização da produção desencoraja os grandes produtores de carne bovina a diversificarem suas atividades.

As áreas altamente viáveis ao cultivo de organismos aquáticos se apresentaram em menor proporção, entretanto, se observou que esse fator não foi um impeditivo para o desenvolvimento da atividade, que cresceu em áreas regulares, influenciado por fatores sociais. Assim, na realização da análise, é importante que o maior número de fatores socioeconômicos e ambientais sejam considerados, visando o melhor uso do espaço e a acurácia na tomada de decisão quanto ao planejamento (FALCONER; TELFER; ROSS, 2016).

CONCLUSÃO

O tabaqui e seus híbridos, foram as espécies mais cultivadas, sendo produzidas em viveiros escavados com produções próximas a 3,0 ton.ano-1. No município, os piscicultores se distribuíram de forma clusterizada tanto na densidade quanto na produção. Nos assentamentos rurais, foi encontrado o maior número de aglomerados de piscicultores. Estes fatores estão relacionados à facilidade na aquisição da propriedade e os aspectos físicos para implantação, além da proximidade do mercado.

A ponderação de áreas para aquicultura demonstra que as áreas consideradas “altamente viáveis” e que às “viáveis” estão localizadas, em suma, nas grandes fazendas existentes no município. Contudo, cabe salientar que a maior parte dos empreendimentos aquícolas implantados estão localizados dentro dos assentamentos rurais. As ferramentas de ponderação espacial poderão auxiliar na sustentabilidade da atividade, uma vez que identificam as limitações ambientais para implantação futura de empreendimentos aquícolas.

Na contextualização obtida em campo, os sensores remotos (satélites), mostraram-se eficientes na análise espacial da atividade aquícola, proporcionando ao gerenciador ou investidor opções rápidas para a avaliação. As ferramentas utilizadas na presente pesquisa, podem torna-se cada vez mais robusta, de acordo com a necessidade do pesquisador, podendo ser inclusas informações climáticas, de qualidade da água, valor da área e outros.

REFERÊNCIAS

BRABO, M. F. Piscicultura no Estado do Pará: situação atual e perspectivas. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources, Sergipe*, v. 2, n. 1, p. p: i-vii. 2014. Resenha.

BRASIL, Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012. Brasil, 2012.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Fundamento de geoprocessamento. In: CÂMARA, C; MOREIRA, F.R.; BARBOSA FILHO, C.R.A.; BÖNISCH, S. *Introdução a ciência da geoinformação*. São José do Campos: INPE, 2001.

CHILDS, C. Interpolating surfaces in ArcGIS spatial Analyst. *ArcUser Magazine*, n. 27. p.p: 32-35, jul-sep. 2004.

FALCONER, L.; TELFER, T. C.; ROSS, L. G. Investigation of a novel approach for aquaculture site selection. *Journal of Environmental Management*, v. 1, p. 791-804, Oct. 2016.

FAPESPA. *Estatísticas Municipais Paraenses: Conceição do Araguaia*. Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas/ Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. Belém: 2016, p. 59.

HAGADONE, T. A.; GRALA, R. K. Business clusters in Mississippi's forest products industry. *Forest Policy and Economics*. v. 20, p. 16-24, jan. 2012.

KAPETSKY, J. M.; NATH, S. S. *A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America*. 1. ed. Rome: COPESCAL Technical Paper nº10, v. I, 1997. 128 p.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. *Introdução ao sistema de informações geográficas com ênfase em banco de dados*, 10ª Escuela de Ciencias Informáticas, Departamento de Computación, Universidad de Buenos Aires, Argetina, 22 a 27 de julho 1996. XV JAI - Jornada de atualização em informática e XVI Congresso da SBC, Recife-PE, 4 a 9 de agosto de 1996. Recife: 1996. p. 1-53.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. *Biota Amazônia: Open Journal System*, Macapá, v. 6, n. 2, p. 62-65, abr. 2016.

ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. *Panorama da aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 74, p. 15-30, set-out 2005.

PARA. SEMAS. Resolução nº90: dispõe sobre a supressão de área de APP para fins aquícolas. Belém, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 376 p.

SCOTT, P. C.; VIANNA, L. F.; MATHIAS, M. A. C. Diagnóstico da cadeia aquícola para o desenvolvimento da atividade no estado do Rio de Janeiro. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, n. 71, p. 15-25, maio/junho 2002.

SCOTT, P. C. Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinicultura em sistema de informações geográficas. Panorama da aquicultura, Rio de Janeiro, n. 63, p. 42-49, jan/fev 2001.

SILVA, A. M. C. B.; SOUZA, R. A. L.; MELO, Y. P. C.; ZACARDI, D. M.; PAIVA, R. S.; NAKAYAMA, L. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião sudeste do estado do Pará. Boletim Técnico Científico do CEPNor, Belém, v. 10, n. 1, p. 55-65, 2010.

SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. In: CHAPMAN, H. Statistics and Applied Probability. London: School of Mathematics University of Bath, UK, p. 1-22, 1986.

SOUZA, R. A. L.; MELO, J. S. C. Terreno. In: SOUZA, R. A. L. Piscicultura sustentável na Amazônia: perguntas e respostas. 1ª. ed. Belém: Universidade Federal da Rural da Amazônia, v. I, 2004. cap. 1.

VOLKER, C. M.; SCOTT, P. SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aquíicultura no baixo São João – RJ. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, Niteroi, v. 3, n. 3, p. 196-215, set-dez 2008.

WATSON, Dave. Natural Neighbor Interpolation. Disponível em: <<https://www.iamg.org/images/File/documents/oldftp/Watson/naturalneighbour.html>>. Acesso em: 28 de jan. 2019.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA ALIADA A SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO MONTE CARLO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PISCICULTURA NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ-BRASIL

ECONOMIC EVALUATION ASSOCIATED WITH SCENARIO SIMULATION USING THE MONTE CARLO METHOD: A CASE STUDY IN A FISH FARM IN THE SOUTHEAST REGION OF PARÁ-BRAZIL

Resumo

O desenvolvimento da criação de tambaqui em pequenas propriedades rurais tem crescido no sudeste do estado do Pará. Para avaliar o potencial desse modelo de produção, avaliou os mesmos através métodos determinísticos e probabilísticos. Os custos foram organizados em custo operacional efetivo (COE) e custo operacional total (COT). Na avaliação da rentabilidade levou em consideração receita bruta (RB), que é o produto da produção pelo preço de venda, e o lucro operacional sendo a diferença entre RB e COT. As entradas e saídas de recurso foram organizadas em fluxo de caixa, que auxiliaram na avaliação do Payback, VPL e TIR. Na análise probabilística, realizada por meio de modelos de simulação pelo método Monte Carlo, levou em consideração os seguintes pressupostos: preço do pescado; preço da ração e taxa de atratividade (TA). O custo médio de construção da piscicultura ficou em R\$ 21.773,13 ha⁻¹. A produção de 132.03 ton. gerou uma receita de R\$ 924.258,92 e lucro operacional de R\$ 236.738,66, com um custo operacional total de R\$ 687.474,81. Os resultados mostraram retorno do capital em 4 anos e 9 meses, VPL > 0 e TIR (22,01%) > TA. Os números fortuitos utilizados no modelo demonstraram 80% de sucesso, influenciado positivamente pelo valor de venda do pescado.

Palavra Chave: Tambaqui, análise econômica e números fortuitos.

Abstract

The development of tambaqui creation in little rural properties has grow at southeast of the state of Pará. To evaluate the potentials of this model of production, rated them through deterministic and probabilistic methods. Costs were organized into effective operating cost (COE) and total operating cost (COT). In assessing profitability, it took into account gross revenue (RB), which is the product of production at the selling price, and the operating profit being the difference between RB and COT. The inflows and outflows of resources were organized in cash flow, which helped in the evaluation of Payback, NPV and IRR. In the probabilistic analysis, carried out through using simulation models applying the Monte Carlo method, the following assumptions were taken into account: fish price; feed price and attractiveness rate (TA). The average cost of construction of fish farming was R \$ 21,773.13 h⁻¹. The production of 132.03 ton. generated revenue of R \$ 924,258.92 and operating profit of R \$ 236,738.66, with a total

operating cost of R \$ 687,474.81. the results showed return on capital in 4 years and 9 months, NPV > 0 and IRR (22.01%) > TA. The random numbers used in the model showed 80% success, positively influenced by the sale value of the fish.

Key Words: Tambaqui, analyze economic and random numbers.

1. Introdução

Apresentando uma cadeia na América Latina estimada em 3,5 milhões de pessoas a atividade aquícola nessa região do globo é representada por pequenos produtores em diminutas unidades de produção (PHILLIPS et al., 2016). No entanto, nessa região os grandes produtores ou produtores industriais são responsáveis por 80% da produção, está por sua vez e destinada à exportação (NAVA; TEXEIRA, 2014).

No Brasil essa cadeia possui uma balança comercial deficitária, e com grandes dificuldades de estruturação, ocasionado por problemas relacionados a dificuldades na obtenção de licenças ambientais e sanitárias, assistência técnica incipiente, manejo rudimentar ou inadequado, dificuldades na padronização das operações e produtos, insuficiência de pacotes tecnológicos e escassos recursos creditícios (SIDONIO et al., 2012). Em outros países do mundo a aquicultura é uma importante cadeia com crescimento superior a outras proteínas animais (FAO, 2018).

Todavia, cabe salientar que, mesmo com todas as dificuldades é possível observar no país um aumento da demanda de ração para peixes com crescimento de 3,4% de janeiro a setembro de 2017, comparado ao mesmo período do ano anterior (ZANI, 2017). Observa-se assim, que esse crescimento foi proporcionado por pequenos produtores, baseados em modelos de desenvolvimento que priorizam a diversificação da propriedade, nesse processo, a aquicultura por ser uma atividade nova no país, se depara com grandes barreiras e limitações relacionados a atividade (NAVA; TEXEIRA, 2014).

Com crescimento próximo a 17% o cultivo de peixes redondos, qual inclui o tambaqui e seus híbridos pode ser considerado uma case de sucesso, por agregar na mesma região geográfica (Norte do Brasil) a produção e o mercado consumidor (CAMPOS; ONO; ISTCHUK, 2015). O estado do Pará é um grande consumidor peixe, no qual incluí também os peixes redondos produzidos pela piscicultura, sua produção é caracterizada por produtores pequenos (SILVA, 2010; CARVALHO et al., 2013; O' DE ALMEIDA JUNIOR; LOBÃO, 2013; OLIVEIRA et al., 2015; BRABO, et al., 2016). Os produtores de peixes do estado enfrentam dificuldades que incluem assistência técnica, fomento através de programas creditícios e dificuldades na regularização da atividade (BRABO et al., 2016).

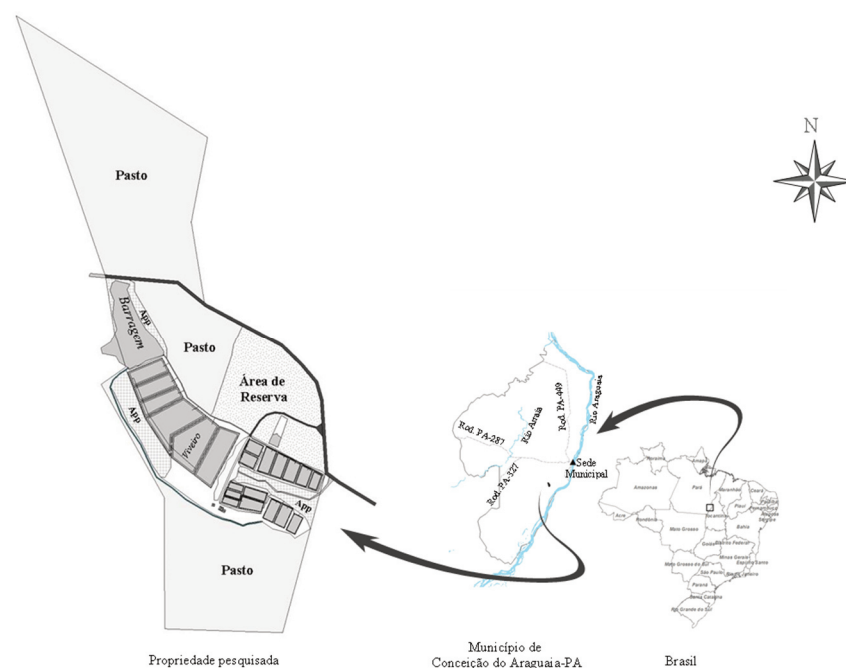
Cabe destacar que mesmo sendo considerados produtores pequenos, o investimento inicial é alto, assim se faz necessário gerenciar os custos de forma que possam gerar retornos financeiros, acima de um possível custo de oportunidade (SANTOS, 2011). É importante ressaltar que nas análises financeiras é utilizado métodos diretos, estes no seu desenvolvimento excluem o grau de incerteza e aleatoriedade existentes nos investimentos futuros, assim se faz necessário o uso de metodologias que demonstrem esses riscos, e direcionem os investimentos (SHAFFIE; JAAMAN, 2015). A utilização de números randomizados podem apresentar margens de segurança interessante nos projetos aquícolas. A criticidade dessa metodologia já é utilizada na aquicultura para análises financeiras e na escolha de tecnologia a serem implantadas, mostrando assim versatilidade do método, que fornece uma dimensão adicional em comparação avaliação determinística tradicional (SIMÕES; GOUVEA, 2015; KING, et al., 2016;).

Este artigo visa realizar análise econômica de uma piscicultura em viveiro escavado na Região do Sudeste do estado do Pará, através de métodos determinísticos e probabilísticos.

2. Procedimentos metodológicos

A análise ocorreu em propriedade rural no município de Conceição do Araguaia-PA. Nessa propriedade, as atividades ligadas a piscicultura iniciaram no ano de 2004 com a construção de uma barragem de terra em um córrego que corta o lote. A propriedade conta com 9,79 ha de lamina de água em produção, destes 5,0 viveiros são do tipo barragem e 21 viveiros são edificados em terra, com seus respectivos sistemas de abastecimento e drenagem que permite o enchimento e esvaziamento por gravidade.

Figura 1 -Localização da propriedade através de coordenadas UTM e layout dos viveiros pesquisados na área de estudo.



Fonte: Autores (2019).

As informações coletadas da propriedade ocorreram devido aos trabalhos de assistência técnica pública realizados na região, no ano de 2014. Durante a pesquisa o produtor estava produzindo tabatinga, um híbrido do tambaqui (*Colossoma macropomus* e *Piractus mesopotamicus*).

Para analisar os investimentos, foram utilizados métodos determinístico e probabilístico, corrigidos através do Índice Geral de Preço (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), que tem a função de refletir as variações mensais de preço das matérias primas agrícolas e industriais; os custos foram organizados de acordo com a metodologia proposta por Matsunaga et al., (1976), nessa foram avaliados os custos operacionais efetivos (COE) e os custos operacionais totais (COT), o primeiro é a soma dos custos relativos a produção, e o segundo é a soma do COE e os custos que não possuem relação direta com a produção.

Para os rendimentos inerentes a produção se utilizou dos indicadores propostos por Martins et. al., (1988), sendo eles Receita Bruta (RB), que é o produto da produção (P) pelo preço do pescado (PP); Lucro Operacional (LO), que é a diferença entre RB e COT.

Os investimentos foram analisados através de um fluxo de caixa (FC) para um período de 10 anos; os valores do fluxo de caixa foram descontados a taxa a longa prazo (TLP ou TA) utilizada no Brasil, visando avaliar os valores futuros do projeto (VPL); o desconto que leva os valores de entradas e saídas se igualarem foi analisado (TIR); e o tempo de recuperação do investimento também foi analisado (PayBack).

As hipóteses proposta para análise foram $VPL > 0$, que representa sucesso no investimento, a TA utilizada; $VPL = 0$, que representa que o projeto não auferiu lucro,

com a TA utilizada; e $VPL < 0$, que representa insucesso do projeto, a TA utilizada. A TIR definirá o momento em que a $VPL=0$.

O método para randomização utilizado foi o Monte Carlo, que fornece uma estimativa do valor esperado e o seu erro, de acordo com os pressupostos fornecidos. Para os pressupostos foi utilizado preço do pescado (PP); preço do saco ração (PSR) e TLP possível. Os valores em questão foram randomizados a intervalos de confiança do mercado, e suas incertezas foram estimadas. Através de um gráfico de dispersão foi avaliado o pressuposto com maior influência na atividade.

As análises foram auxiliadas pelo software Crystal Ball, que realiza prognóstico orientado através de gráficos.

3. Resultados e discussão

Avaliando os valores utilizados na construção dos viveiros foi observado um custo médio de R\$ 21.773,13 por hectare de lâmina de água. O custo total construído ficou próximo a 227.353,17, contabilizando o custo de legalização. Os equipamentos ficaram próximos a R\$ 13.744,00. O valor total do investimento foi de R\$ 241.097,17. A construção e a legalização representaram 94,30% do investimento.

Tabela 1 - Custo de implantação de uma piscicultura no município de Conceição do Araguaia, sudeste do estado do Pará.

Tipo	Discriminação	Uni.	Qtd.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Construção e legalização	Construção dos viveiros com abastecimento e drenagem	ha	9,79	21223,00	207773,17
	Legalização da obra e atividade	ha	9,79	2000,00	19580,00
Equipamentos	Aerador de pá de 2CV	un	2,00	2450,00	4900,00
	pHmetro digital	un	2,00	220,00	440,00
	Oxímetro digital	un	1,00	1280,00	1280,00
	Balança digital de 300kg	un	1,00	780,00	780,00
	Roçadeira	un	1,00	620,00	620,00
	Rede de Arrasto de 5mm	m	36,00	59,00	2124,00
	Rede de Arrasto com 20mm	m	75,00	48,00	3600,00

Fonte: Autores (2019).

Os valores da construção por hectare avaliados por Barros et al., (2016) e Furlaneto e Esperacini (2009), atualizados, foram o dobro dos resultados encontrados nesse trabalho. O valor relativamente baixo é justificado pela disponibilidade de máquinas de terraplanagem na região, proveniente da extração mineral.

A produção é realizada em duas fases sendo elas pré-engorda e engorda. Na primeira fase os alevinos chegam com 6,0 a 10,0 g e vão até 160 g, no período de 120 dias; na última fase os animais vão até 1200g em 180 dias. Para minimizar as perdas de ração e acrescentado ao valor total de ração um percentual 10%, sobre o gasto de ração no ciclo (TABELA 2).

Tabela 2 - Custo com ração em um ciclo de cultivo de 300 dias.

Fase	Tipo de Ração	Dias de Cultivo	Ração (kg)	Preço da Ração (R\$)	Custo da Ração (R\$)
Pré-engorda	Ração Extrusada com 45% PB e Grãos de 1-2mm	15	1.610,92	3,99	6.431,91
	Ração Extrusada com 40% PB e Grãos de 1-2mm	30	3.903,01	3,22	12.573,75
	Ração Extrusada com 40% PB e Grãos de 2-4mm	45	11.577,57	3,22	37.297,74
	Ração Extrusada com 36% PB e Grãos de 2-4mm	30	9.422,37	2,43	22.867,43
Engorda	Ração Extrusada com 28% PB e Grãos de 4-6mm	90	59.069,71	1,88	110.986,84
	Ração Extrusada com 28% PB e Grãos de 6-8mm	60	89.557,53	1,88	168.270,78
	Ração Extrusada com 28% PB e Grãos de 8-10mm	30	67.275,58	1,88	126.404,94
Total		300	242.416,69		484.833,39
Reserva Técnica 10%			24.241,67		48.483,34
Total de ração por ano			266.658,36		533.316,72
Preço Médio referente a ração				2,00	

Fonte: Autores (2019)

A produtividade na área de estudo foi de 8,00 ton.ha⁻¹, com sobrevivência média estimada de 80,0 %. O Fator de Conversão Alimentar (FCA) para todo cultivo ficou próximo a 2:1. Observa-se que os valores encontrados estão próximos aos encontrados por Pedroza Filho, Rodrigues e Rezende (2016) em viveiros com controle de entrada e saída de água, a exceção foi observada somente apenas no município de Ariquemes-RO, onde apresenta produtores com viveiros de grandes extensões de água, que possuem dificuldade no controle. Os valores de FCA da pesquisa foram alcançados como auxílio do manejo da adubação e calagem que controla a produtividade primária nos viveiros.

O custo operacional total para produção de 132,03 ton.ano⁻¹ de pescado foi de R\$ 687.474,81, os custos operacionais efetivos foram de R\$ 575.597,41 por ciclo de produção. (TABELA 3).

Tabela 3 – Custos Operacionais Efetivos (COE) e Custos Operacionais Totais (COT), sendo sm – salário mínimo e ton – tonelada

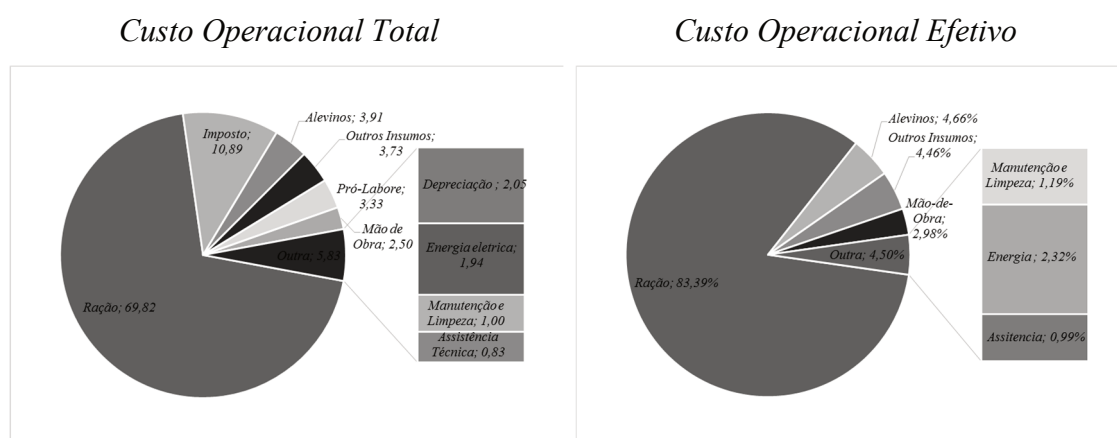
Tipo	Discriminação	Unid	Qtd	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%
Mão-de-Obra	Efetiva	sm	12,00	954,00	11.448,00	2,50
	Temporária	sm	6,00	954,00	5.724,00	
Insumos	Alevinos	milheiro	122,04	220,00	26.848,68	3,91
	Ração	kg	266.658,36	1,80	479.985,05	69,82
	Cal Hidratada	ton	40,62	210,00	8.529,23	1,24
	Calcário Agrícola	ton	83,08	186,00	15.452,31	2,25
	Fertilizantes Nitrogenados	kg	542,68	3,10	1.682,30	0,24
Manutenção	Obra	%	2,00	227.353,17	4.547,06	0,70
	Equipamentos	%	2,00	13.744,00	274,88	
Assistência	Técnica para Produção	visita	18,00	318,00	5.724,00	0,83
Limpeza	Gasolina temperada	litro	576,00	3,56	2.050,56	0,30
Energia	Aerador	und	2,00	3.965,67	7.931,34	1,94
	Iluminação e Força	mensal	12,00	450,00	5.400,00	
Depreciação	Obra (Vida útil 20 anos)		1,00	11.367,66	11.367,66	2,05
	Equipamentos (Vida útil 20 anos)		1,00	2.748,80	2.748,80	
Pró-labore	Retirada Mensal	*sm	24,00	954,00	22.896,00	3,33
Impostos	Receita Tributável (Imp)	%	27,00	277.277,54	74.864,94	10,89
Custo Operacional Total					687.474,81	100,00

Fonte: Autores (2019).

Os rendimentos analisados utilizaram os preços praticados com o tambaqui e seus híbridos na região, no valor de R\$ 7,00 /kg. Este valor gerou uma receita bruta anual de R\$ 924.258,46 e lucro operacional R\$ 283.786,66.

A piscicultura em viveiros escavados é totalmente dependente da alimentação artificial com seus respectivos níveis nutricionais balanceados, sendo responsável pela produtividade e manutenção da saúde dos animais aquáticos. A dependência desse insumo foi responsável por 69,82 % do custo operacional total (FIGURA 2).

Figura 2 – A distribuição percentual do custo da ração nos Custos Operacionais Efetivos e Totais.



Fonte: Autores (2019).

O levantamento dos custos de outros locais também demonstra grande dependência da atividade em único insumo (ração), sendo o percentual, desse insumo também retratado nos municípios de Pimenta Bueno – RO, Alta Floresta – RO e Centro do estado do Tocantins em relação a COE; Manaus em relação a COT. (TABELA 4).

Tabela 4 – Participação da ração nos custos Operacionais Efetivo e Totais para o tabaqui e seus híbridos, criados em viveiros escavados, na área em estudo e em outras localidades.

Trabalhos realizados	Local	Ração	
		COE	COT
Pesquisa atual	Conc. do Araguaia-PA	81,27%	63,04%
Belchior e Dalchiavon (2017)	Ariquemes-RO	73,70%	
CNA-BRASIL (2018)	Almas - TO	76,45%	66,13%
	Palmas - TO	60,32%	52,33%
Moraes, Danelon e Barone, (2017) Pedroza Filho, Rodrigue e Rezende (2016)	Manaus - AM		70,00%
	Centro - TO	76,00%	
	Alta Floresta - MT	82,00%	
	Baixada Cuibana - MT	68,00%	
	Ariquemes-RO	76,00%	
	Pimenta Bueno-RO	82,00%	
Média		74,31%	62,82%
Coefficiente de Variação		0,69%	1,37%
Desvio Padrão		7,22%	9,29%

A dependência de um único insumo revela ao produtor a necessidade de gerenciamento sobre o insumo, visto que quanto mais previsível for o valor do insumo, menor será o risco econômico (GITMAN, 2010).

Os ingredientes da ração dependente fortemente da produção agrícola que possuem seus valores atrelados ao mercado internacional, o que faz com que, estes oscilem de acordo com as variações do mercado. Assim, estratégia de minimização do uso desse insumo, dentro da propriedade são fundamentais para a saúde financeira do empreendimento. Métodos eficientes de conversão alimentar devem ser priorizados, mesmo que estes penalizem um pouco a taxa de crescimento (KUBTIZA, 2012). Outro fator a ser observado pelo produtor rural é a carga tributária que influencia expressivamente nos custos relacionados ao COT.

A avaliação econômica do projeto se mostrou viável quando levada em consideração a taxa de atratividade a TLP. A esta taxa a VPL apresentou retorno futuro de 736.035,94, a TIR foi superior a TLP com índice próximo a 22,01 % e Payback ficou em 4,75 anos (TABELA 5).

Em um cenário pessimista com preço de venda do pescado a R\$ 6,00 o empreendimento seria considerado inviável a uma VPL < 0 e TIR a 4,40 % abaixo da TA. Observa-se, assim a precificação do produto no mercado afeta fortemente a lucratividade, gerando instabilidade entre os agricultores e os investidores (MISUND, 2016).

Tabela 5 – Comparações entre a Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Mínima de Atratividade (TA) e Payback de projetos de tambaqui e seus híbridos, em viveiros escavados, em outras localidades e na área de pesquisa.

Trabalhos realizados	Local	TIR	TA	Payback
Pesquisa atual.	Conceição do Araguaia-PA	22,01%	6,98%	4,75
Barros et al., (2016)	MT	16,95%	6,75%	5,39
Olivera (2015)	TO	12,77%	6,00%	3,58
Vilela et al., (2013)		6,48%	8,19%	10,48
Média		12,07%	6,98%	6,48
Coefficiente de Variação		2,30%	0,18%	1,97
Desvio Padrão		5,27%	1,11%	3,58

Analisando a TIR e o Payback no estudo atual em comparação a outros autores observar que no atual estudo a TIR foi superior a outros trabalhos e o Payback se manteve próximo a trabalhos no estado Tocantins. Segundo Santos (2011) apud Brighan, et al., (2001) a chave para resolver conflitos de projetos mutuamente excludentes é avaliar o tempo de retorno (Payback) de cada investimento. Contudo, no projeto localizado no estado do Tocantins foi remunerado apenas os custos referentes à construção dos viveiros diferenciando do estudo atual uma vez que foi incluso nos custos um ciclo de produção,

metodologia regida em financiamentos bancários para atividades agropecuárias. Dos três trabalhos comparados apenas um se mostrou inviável.

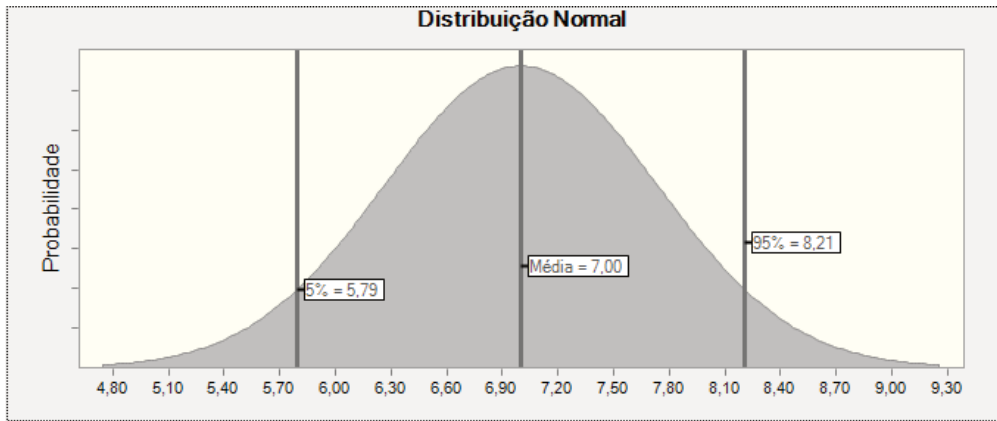
A percepção dos custos e os resultados econômicos se mostraram satisfatório a uma análise direta. Por outro lado, a dinâmica das relações mercadológicas e as variáveis zootécnicas são fatores de risco que deve ser bem analisados pelo tomador de decisão, pois quando analisamos o futuro, às hipóteses encontradas se tornam pouco consistente (ROSS et al., 2015). Nesse sentido há necessidade de se considerar riscos que envolvam os caixas futuros do projeto, que no mundo real são invariavelmente arriscados.

Assim a utilização de probabilidades pré-determinadas e valores aleatórios, poderão inferir melhor acurácia na tomada de decisão. No entanto, o empirismo e as preferencias do tomador de decisão podem interferir erroneamente na análise (KAZMIERCZAK JR; SOTO, 2008). Dessa forma, para superar, esses problemas, foram utilizados no atual estudo critérios estatísticos, de bases históricas temporais.

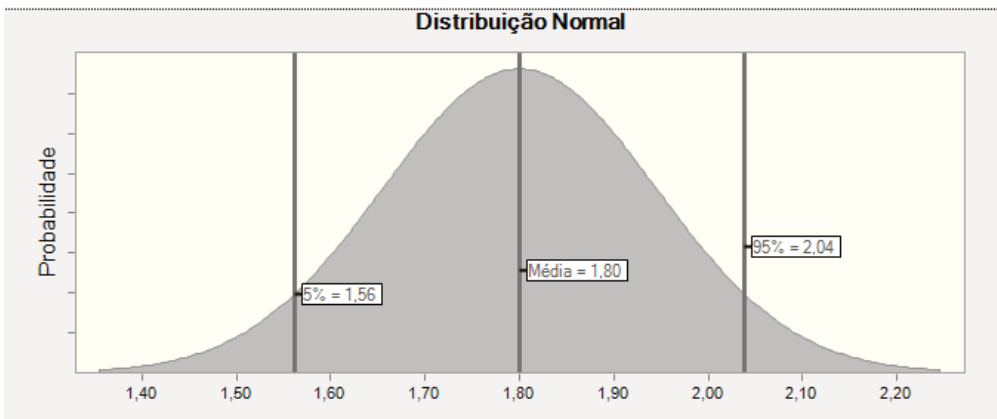
Os pressupostos relacionados ao preço do pescado e o preço da ração foram retirados, do trabalho realizado por Campos, Ono e Istchuk (2015), que avaliou o valor de venda do tambaqui e da ração no estado de Rondônia e Roraima, nos anos de 2010 e 2015, respectivamente, no presente estudo optou-se pelos registrados no estado do Rondônia. Os valores encontrados foram atualizados e distribuídos em uma curva de distribuição Normal, através de seus desvios padrões e os valores praticados na região para preço do pescado e preço da ração. O desvio padrão e media foi utilizado para TLP no intervalo 2010 a 2018 (FIGURA 3).

Figura 3 – Modelo de distribuição de variáveis e intervalo de confiança dos pressupostos utilizados no estudo de viabilidade econômica do empreendimento localizado na área de estudo.

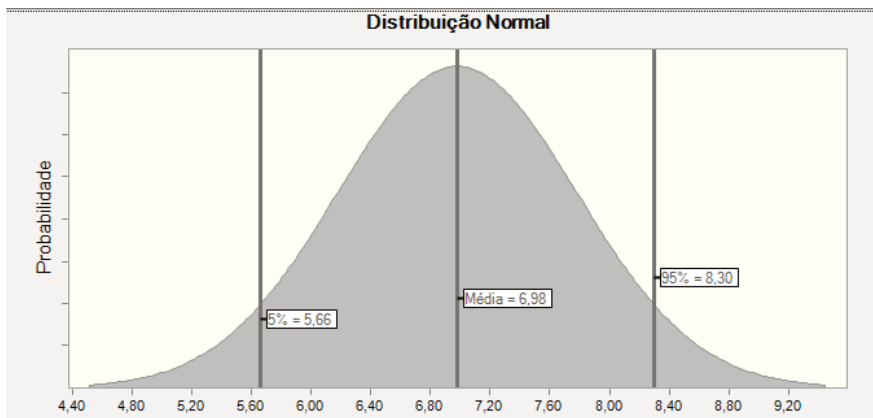
Distribuição Normal referente ao preço do pescado, foi considerado desvio padrão de 0,73.



Distribuição Normal referente ao preço da ração, foi considerado desvio padrão de 0,14.



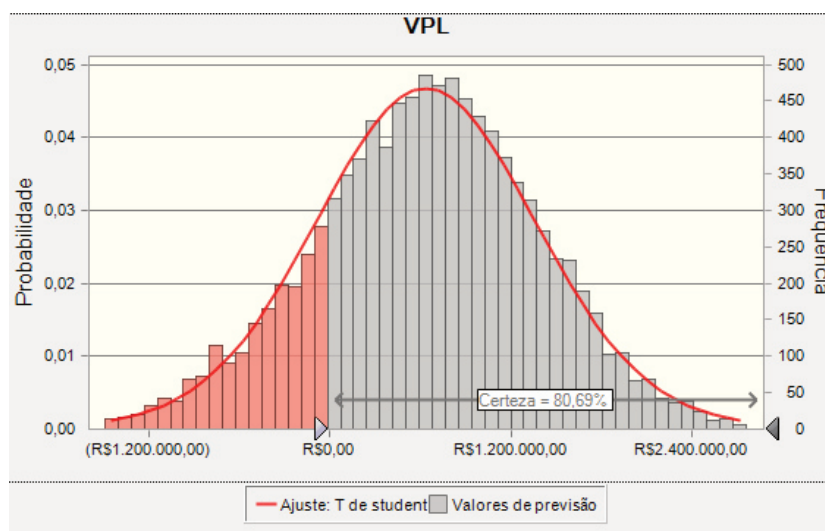
Distribuição Normal referente ao preço da taxa a longo prazo, foi considerado desvio padrão de 0,80.



Fonte: Autores (2019).

Foram realizadas 10 mil simulações em um intervalo de confiança de 95%, as quais resultaram na VPL positiva em aproximadamente 80% das análises. A VPL foi ajustada e testada ao teste de Anderson e Darling (1952), onde foi possível observar que as distribuições formadas não eram normais e seus p-valores se aproximaram dos dados de uma função do tipo T-Student, assim os valores formados foram ajustados por essa curva, que é bastante utilizada em análise financeira (CRYSTAL BALL, 2006).

Figura 4 – Modelo de Previsão para o Valor Presente Líquido (VPL), testado objetivando percentual de certeza na obtenção de lucro através do projeto.

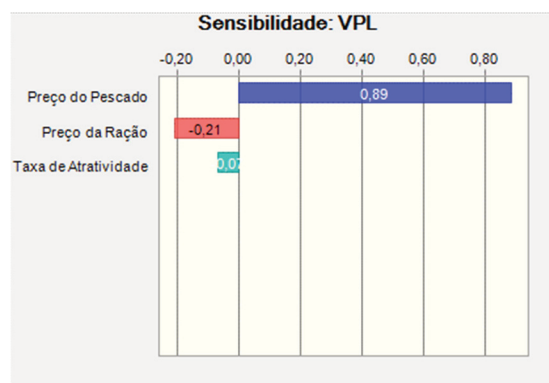


Fonte: Autores (2019).

Ao pesquisar projetos de cultivo com tabaqui e seus híbridos foi possível observar no estado do Tocantins, análises financeira probabilística com 74,70% de chance de retorno do capital investido, a uma taxa de atratividade de 6,0 % (OLIVEIRA, 2015). Com probabilidade de inversões negativas de 19,4 % o investidor deve avaliar o pressuposto que mais influencia no resultado, visando possíveis correções.

Avaliando a dispersão dos resultados futuros gerados através da correlação de Spearman, foi possível avaliar que o preço do pescado apresentou forte relação com os resultados positivos da VPL, situação contrária ocorreu com o preço da ração e taxa de atratividade, no entanto com baixa influência nos resultados (FIGURA 5).

Figura 5 – Coeficientes de correlação dos pressupostos e a VPL e TIR.



Fonte: Autores (2019).

Em uma pesquisa realizada no Tocantins ficou constatado que as correções com os três pressupostos preço de venda do pescado, preço de venda da ração e preço de venda do alevino relacionadas a VPL para o cultivo de tambaqui e seus híbridos, causaram enorme impacto na VPL, sendo o primeiro pressuposto de forma positiva e o segundo de maneira negativa, e com baixa influência (OLIVEIRA, 2015).

O Preço do Pescado por ser um valor variável, pode comprometer bastante as inversões na atividade aquícola. Por essa razão, o investidor deverá estar atento aos cenários futuros de oferta que podem diminuir o preço do pescado comprometendo a rentabilidade do empreendimento (PEDROZA FILHO; RODRIGUES; REZENDE, 2016). Problemas com a oferta de tambaqui foram observados em Manaus-AM, com a concorrência oriunda dos estados de Roraima e Rondônia, reduzindo drasticamente a

lucratividade dos investidores do estado do Amazonas (CAMPOS; ONO; ISTCHUK, 2015).

Ao analisar apenas a oferta, é possível minimizar os riscos investido em logística e processamento (CAMPOS, ONO, & ISTCHUK, 2015). Agora analisando o mercado como um todo, para suprimir os riscos faz-se necessário o investimento em tecnologias que promovam o maior ganho de produtividade, visando o menor custo de produção; e uma das estratégias mais curtas para o tabaqui e seus híbridos é o melhoramento genético, que deverá focar seus esforços em animais de alta performance zootécnica.

Com relação ao preço da ração Campos, Ono e Istchuk (2015) demonstram que os fabricantes de ração, nos últimos anos, tiveram que reduzir as suas margens de lucros visando permanecer competitivos, uma vez que para eles também não houve redução no preço dos principais ingredientes para fabricar a mesma. Esse fator reflete o observado na análise de sensibilidade, uma vez que os seus riscos foram equalizados na cadeia.

Outros riscos irão influenciar a sustentabilidade desta indústria, e esses dizem respeito à sustentabilidade econômica e ambiental, além de fatores regulatórios.

4. Conclusão

Os resultados determinísticos apresentaram resultados atrativos, a preços e processos definidos no presente estudo, entre os quais: $VPL > 0$; $TIR > TA$ e Playback em 4 anos e 9 meses. Porém, os principais pressupostos da atividade as incertezas de viabilidade se mantiveram acima de 80%, resultado influenciado pelo preço do pescado de acordo com os resultados encontrados na correlação ($r = 0,8862$ para VPL) de números fortuitos.

A variabilidade do preço de venda do pescado influenciado pela oferta do produto é um fator que deve ser considerado na análise de inversão da atividade. A longo prazo deve-se investir em tecnologias de produção que possibilitem melhores resultados financeiros ou na verticalização da produção, objetivado novos nichos de mercado.

Ficou constado, de forma evidente, que a metodologia empregada é uma importante ferramenta de análise de investimentos para aquicultura.

5. REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. W; DARLING, D. A. Asymptotic Theory of Certain "Goodness of Fit" Criteria Based on Stochastic Processes. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 23, n. 2, 1952.

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

BELCHIOR, E., & DALCHIAVON, F. Economic viability of tambaqui production in the municipality of Ariquemes-RO. **Boletim do Instituto de Pesca**, [. Online] 43:3, 2018.

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

CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Tambaqui: considerações sobre a cadeia de produção e o preço. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 149, p. 42-45, mai-jun, 2015.

CNA-BRASIL. **Aquicultura - Heterogeneidade produtiva na condução de tabatinga: uma análise das regiões de Almas-TO e Palmas-TO**. Brasília: SENAR & Percege/Esalq/Usp. 2018. 3 p.

CRYSTAL BALL. **Crystal ball 7.2: Guia de início**. Denver: Crystal Ball, 2006. 124 p.

CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Estado do Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 56, n. 1, p. 1-6, 2013.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018**. Roma: FAO-Sofia, 2018. 250 p.

FURLANETO, F. D. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T. Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 5-11, fev. 2009.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 801 p.

KAZMIERCZAK JR, R. F.; SOTO, P. Stochastic economic variables and their effect on net returns to channel catfish production. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 16, n. 4, p. 15-36, nov, 2008.

KING, A. S; ELLIOTT, N. G; JAMES, M. A; MACLEOD, C. K; BJORN DAL, T. Technology selection—the impact of economic risk on decision making. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v 22, p. 383-409, dec, 2016.

KUBTIZA, F. Tambaqui: alimentando com eficiência para reduzir custos. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 14-21, jan-fev, 2012.

MARTIN, N. B; SERRA, R; OLIVEIRA, M. D. M; ÂNGELO, J. A; OKAWA, H. Sistema de custo agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, jan. 1998.

MATSUNAGA, M; BEMELMANS, P. F; TOLEDO, P. N; DULLEY, R. D; OKAWA, H; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Boletim técnico do instituto de economia agrícola**, ano XXIII, p. 123-139, mar. 1976.

MISUND, B. Valuation of salmon farming companies. **Aquaculture, Economics & Management**, Abingdon, v. 22, p. 94-111, out. 2016.

MORAES, J. M. M.; DANELON, A. F.; BARONE, R. **Projeção do preço da ração utilizada na tilapicultura: perspectivas de custos e rentabilidade para 2018**. Brasília: CNA-Brasil, 2017. 8 p.

NAVA, A. F.; TEXEIRA, R. D. A importância da extensão técnica na aquicultura da América Latina. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 145, p. 47-49, set-out. 2014.

O' DE ALMEIDA JUNIOR, C. R. M.; LOBÃO, R. A. Aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia Oriental, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR - TROPICAL JOURNAL of Fisheries and Aquatic Sciences**, Belém, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2013.

OLIVEIRA, B. Análise de cadeia global de valor e risco na piscicultura no Tocantins. 2015, 106 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento econômico) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos do Brasil. Ativos - Aquicultura**, Brasília: CNA-Brasil, v. ano 2, n. 7, jan. 2016. 5 p.

PHILLIPS, M; SUBASINGHE, R. P; TRAN, N; KASSAM, L; CHAN, C. Y. **Aquaculture big numbers**. Rome: WordFish, 2016. 80 p.

ROSS, S. A; WESTERFIED, R. W; JAFFE, J; LANB, R. Administração Financeira: versão brasileira de corporate finance. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. 1224 p.

SANTOS, J. O. D. **Valuation: um guia prático: metodologia e técnica para análise de investimento e determinação do valor financeiro de empresas**. São Paulo: Saraiva, 2011.

SHAFFIE, S. S.; JAAMAN, S. H. Monte Carlo on net present value for capital Investment in Malaysia. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Kuala Lumpur, n. 219, p. 688-693, dec. 2015.

SIDONIO, L; CAVALCANTI, I; CAPANEMA, L; MORCH, R; MAGALHÃES, G; LIMA, J; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial: Agroindústria**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 421-463, mar. 2012.

SILVA, A. M. C. B. **Perfil da piscicultura na região sudeste do Estado do Pará**. Belém, 45 f. Dissertação (Pós-graduação em ciências animais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

SIMÕES, D.; GOUVEA, A. C. F. Método de Monte Carlo aplicado a economicidade do cultivo de tilápia-do-nilo em tanques-rede. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 64, n. 245, p. 41-48, 2015.

VILELA, M. C; ARAÚJO, K. D; MACHADO, L. S; MACHADO, M. R. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v. 9, n. 3, p. 154-173, jul-set, 2013.

ZANI, A. **Boletim Informativo do Setor Dezembro/2017: Oportunidade, reponsabilidade e sustentabilidade**. São Paulo: Sindirações, 2017. 4 p.