



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE

CLAUBER ROSANOVA

Análise da Implantação do Parque Aquícola da UHE do Lajeado Através de Métodos Multicritérios de Decisão – Uma Abordagem Socioambiental e dos Fatores de Risco

Palmas – TO

2018

CLAUBER ROSANOVA

Análise da Implantação do Parque Aquícola da UHE do Lajeado Através de Métodos Multicritérios de Decisão – Uma Abordagem Socioambiental e dos Fatores de Risco

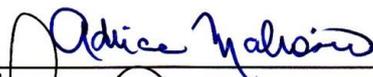
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Tocantins, foi avaliada para obtenção do título de Doutor em Ciências do Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Orientador e Banca Examinadora.

Data da Aprovação: 29 de Setembro de 2018

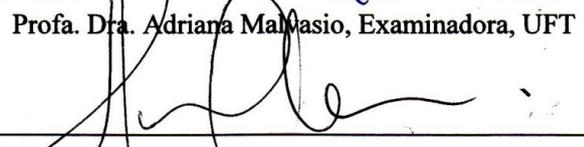
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Alberto Akama, Orientador, UFT



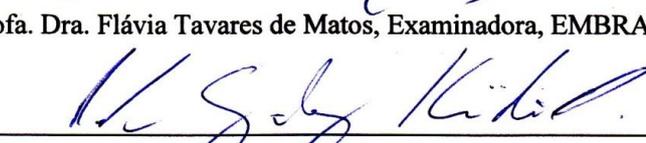
Prof. Dra. Adriana Malvasio, Examinadora, UFT



Prof. Dr. Héber Rogério Gracio, Examinador, UFT



Prof. Dra. Flávia Tavares de Matos, Examinadora, EMBRAPA



Prof. Dr. Peter Gaberz Kirschnik, Examinador, FACTO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R788a Rosanova, Clauber.

Análise da Implantação do Parque Aquícola da UHE do Lajeado Através de Métodos Multicritérios de Decisão – Uma Abordagem Socioambiental e dos Fatores de Risco. / Clauber Rosanova. – Palmas, TO, 2018.

119 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciências do Ambiente, 2018.

Orientador: Alberto Akama

Coorientadora : Flávia Tavares de Matos

1. ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA E DE REDES SOCIAIS NOS ESTUDOS DE PRODUÇÃO PESQUEIRA EM TANQUES-REDE E DA PESCA ARTESANAL EM RESERVATÓRIOS. 2. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COMO FERRAMENTA PARA MONITORAMENTO DE ATIVIDADES AQUÍCOLAS EM RESERVATÓRIOS CONTINENTAIS. 3. VIABILIDADE TÉCNICA, SOCIAL E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI (COLOSSOMA MACROPOMUM) EM TANQUE-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA. 4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico este trabalho ao meu filho Mauricio, aos meus pais, Claudio e Clotilde, as minhas irmãs Claudia e Cintia e demais familiares com todo meu amor e gratidão por tudo que fizeram por mim ao longo de minha vida. Se um dia enxerguei mais longe foi por estar sobre o ombro de gigantes.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente colaboraram na construção dessa tese. Aos colegas da primeira turma de doutorado do CIAMB pela convivência harmoniosa e salutar apesar de tantas diferenças e divergências, a todos os professores e servidores do programa e da UFT que sempre me receberam com simpatia e presteza. A todos os agentes que colaboraram e participaram da pesquisa, bem como a todos os pescadores e piscicultores do Parque Aquícola Sucupira que sempre colaboraram em todas as etapas da pesquisa e são o público alvo deste trabalho.

- Ao meu filho Mauricio Rosanova, pelo companheirismo e paciência e por aguentar meu estresse na reta final desta tese.
- À Daniela B. Macedo, minha namorada, pela paciência, companheirismo e colaboração na formatação da tese.
- Ao meu orientador, Alberto Akama, pela paciência, pela liberdade para trabalhar e escrever e pela amizade e empenho em suas orientações. Obrigado por acreditar em minhas ideias malucas.
- A minha amiga e coorientadora Dra. Flavia Tavares de Matos pela colaboração na coleta e análise dos dados, pela participação nos trabalhos da Embrapa, pelas revisões nos artigos e pelos conhecimentos, ensinamentos e dicas.
- A meu amigo de longa data, colega de turma na graduação, Dr. Peter Gaberz Kirschchik.
- Aos amigos de coletas de dados e de inúmeras biometrias, no sol, na chuva, de dia, de noite e com muita ventania nesse lago. Tiago (Titico) e Emilio.
- Ao amigo Vailton Farias pelas pescarias, trocas de ideias e colaborações estatísticas.
- Ao IFTO e a meus alunos por colaborarem com a conclusão dessa etapa.
- A todos que torceram por mim (contra e a favor) e fazem parte dessa conquista.
- A todos meus companheiros de 4 patas (15 cães e 3 cavalos), fora os inúmeros outros de penas e bico, que do seu jeito também colaboraram e aguentaram os momentos de incertezas, estresse e alegrias. Agora vocês terão mais atenção.

A todos meu muito obrigado.

RESUMO

Este estudo deriva da política do governo brasileiro para incremento da produção de pescado por meio do fomento à piscicultura em tanques rede nos parques aquícolas. Este projeto visa explorar a implantação e operação do Parque Aquícola Sucupira (PAS) da UHE Lajeado (Palmas/TO) através do uso de métodos multicritérios de decisão, com objetivo de realizar uma abordagem socioambiental dos fatores de risco da implantação deste empreendimento através da proposição de indicadores de sustentabilidade. A cienciometria, demonstrou que a produção de conhecimento relacionado ao cultivo de peixes em tanques rede e a pesca artesanal em reservatórios está indexada e é de caráter multidisciplinar. Os artigos possuem caráter tecnicista e produtivista, pouco considerando os fatores ambientais e sócio econômicos, nem tampouco as políticas públicas de desenvolvimento e fomento às atividades piscícolas e ou pesqueiras, o que de certa forma explica a insatisfação com a atividade pelos piscicultores da Associação Bom Peixe, bem como a ineficiência da política pública de transformar o pescador artesanal em empreendedor. A Análise de Redes Sociais (ARS) deixa claro que há interligação entre todos os atores, porém o protagonismo dessa rede está dominado por instituições públicas e o processo de comunicação entre os diversos atores institucionais é de caráter bidirecional, enquanto que entre os piscicultores e pescadores é de caráter unidirecional, tornando-os apenas sujeitos das ações. O Índice de Estado Trófico (IET) foi utilizado como ferramenta de monitoramento de atividades aquícolas no PAS. As variáveis limnológicas, com exceção do fósforo total, apesar das pequenas variações de oxigênio e sólidos totais, estão de acordo com as recomendações da Resolução CONAMA 357/05. Os dados permitem concluir que a área aquícola apresentou predominância de estado trófico supereutrófico e que o estado trófico do reservatório nas proximidades dos tanques rede sofre forte influência externa de atividades antrópicas, principalmente no período chuvoso. No período da seca, ocorre aumento na concentração de fósforo na água, levando a um estado hipereutrófico. Não é possível afirmar que a aquicultura seja uma atividade impactante e seus efeitos são difíceis de serem previstos em longo prazo, bem como o comportamento do reservatório mediante aumento de produção nos parques, porém, caso não haja monitoramento e controle eficiente sobre a qualidade da água, a piscicultura pode vir a promover degradação do ecossistema aquático. A análise da viabilidade técnica, econômica e financeira de investimento em projetos aquícolas de produção de tambaqui em tanques rede utilizou os indicadores econômicos Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT), Renda Bruta Total (RBT), Margem Bruta (MB), Margem Líquida (ML), Lucro (L) e Taxa de Retorno do Capital (TRC). A análise da TRC apresentou resultados negativos e o sistema de produção em viveiros escavados se mostrou mais eficiente. O sistema de produção em tanques rede é uma alternativa de menor custo e tempo de implantação, porém com retorno incerto. O perfil socioeconômico dos produtores é considerado incompatível com a atividade empresarial e tecnicizada de aquicultura em tanques rede. Na visão dos produtores a atividade ainda é uma promessa futura e a política pública de transformar pescadores em piscicultores se mostrou ineficaz. De acordo com a TRC, a atividade é insustentável e vem apresentando resultados negativos, o que denota sua baixa competitividade. Foram elaborados indicadores de sustentabilidade e governança para o desenvolvimento da piscicultura no PAS, que através de subíndices sociais, econômicos e ambientais geraram um Índice de Sustentabilidade (ISUS) do empreendimento. Os dados permitiram concluir que o ISUS foi classificado como pouco sustentável (0,37), principalmente nas dimensões econômicas e sociais. A análise de governança foi identificada em entrevistas aos principais agentes da cadeia produtiva, ficando claro que a falta de estruturas de governança foi perceptível em todos os segmentos

analisados, o que retrata o real estágio de desorganização e ineficiência da cadeia produtiva da piscicultura no PAS.

Palavras-chave: Produção. Piscicultura. Reservatório. Sustentabilidade. Tambaqui

ABSTRACT

This study is derived from the policy of the Brazilian government to increase fish production through the promotion of fish farming in network ponds in aquaculture parks. This project aims to explore the implementation and operation of the Sucupira Aquaculture Park (PAS) of the Lajeado Hydroelectric Power Plant (Palmas / TO) through the use of multicriteria decision methods, aiming at a socioenvironmental approach of the risk factors of the implementation of this project through the proposition of sustainability indicators. Scientometry has demonstrated that the production of knowledge related to fish culture in net tanks and artisanal fishing in reservoirs is indexed and has a multidisciplinary character. The articles are technician and productivist, with little regard for environmental and socioeconomic factors, nor the public policies for the development and promotion of fishery and fishery activities, which in a way explains the dissatisfaction with the activity by the fish farmers of the Bom Peixe Association, as well as the inefficiency of the public policy of transforming the artisanal fisherman into an entrepreneur. The Social Network Analysis (ARS) makes clear that there is interconnection among all actors, but the protagonism of this network is dominated by public institutions and the process of communication between the various institutional actors is two-way, while between fish farmers and fishermen is of a unidirectional character, making them only subjects of actions. The Trophic State Index (EIT) was used as a monitoring tool for aquaculture activities in PAS. Limnological variables, with the exception of total phosphorus, despite small variations of oxygen and total solids, are in accordance with the recommendations of CONAMA Resolution 357/05. The data allow us to conclude that the aquaculture area presented a predominance of supereutrophic trophic state and that the trophic state of the reservoir in the vicinity of the tanks is strongly influenced by anthropic activities, mainly in the rainy season. In the dry season, there is an increase in the phosphorus concentration in the water, leading to a hypereutrophic state. It is not possible to say that aquaculture is an impactful activity and its effects are difficult to predict in the long term, as well as the behavior of the reservoir through increased production in the parks, however, if there is no monitoring and efficient control over water quality, fish farming may promote degradation of the aquatic ecosystem. The analysis of the technical, economic and financial feasibility of investment in aquaculture projects of tambaqui production in network tanks used the economic indicators Effective Operational Cost (COE), Total Operating Cost (COT), Total Gross Income (RBT), Gross Margin (MB), Net Margin (ML), Profit (L) and Return Rate of Capital (TRC). The analysis of TRC presented negative results and the system of production in excavated nurseries proved to be more efficient. The system of production in network tanks is an alternative of lower cost and time of implantation, but with uncertain return. The socioeconomic profile of the producers is considered to be incompatible with the business and technological activity of aquaculture in network tanks. In the producers' view, the activity is still a future promise and the public policy of turning fishermen into fish farmers proved ineffective. According to TRC, the activity is unsustainable and has been showing negative results, which indicates its low competitiveness. Sustainability and governance indicators were developed for the development of fish farming in the PAS, which, through social, economic and environmental subindices, generated a Sustainability Index (ISUS) of the enterprise. The data allowed to conclude that the ISUS was classified as not very sustainable (0.37), mainly in the economic and social dimensions. The analysis of governance was identified in interviews with the main agents of the productive chain, making it clear that the lack of governance structures was noticeable in all segments analyzed, which portrays the real stage of disorganization and inefficiency of the productive chain of fish farming in PAS.

Keywords: Production. Pisciculture. Reservoir. Sustainability. Tambaqui.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área aquícola, Projeto Sucupira, Palmas-TO.....	22
Figura 1.1.: Rede de Interações do Parque Aquícola Sucupira	38
Figura 2.1: Pontos de coleta (A1 a A10) com as coordenadas em WGS-84; Reservatório de Lajeado, Palmas -TO.	47
Figura 2.2: Resultados dos parâmetros de temperatura (a), turbidez (b), Oxigênio Dissolvido – OD (c), Condutividade (d), pH (f) e Sólidos Totais Dissolvidos – TDS (g), obtidos na área de produção de pescado Sucupira, no reservatório de Lajeado (período de janeiro a agosto de 2017)	49
Figura 2.3: Perfil do estado trófico na área de estudo entre os meses de janeiro e abril de 2017 (A, B, C e D)	51
Figura 2.4: Perfil do estado trófico na área de estudo entre os meses de maio e agosto de 2017 (E, F, G e H)	51
Figura 3.1: Área aquícola, Projeto Sucupira, Palmas – TO.....	62
Figura 4.1: Reservatório do Lajeado com indicação das Áreas e Parques Aquícolas	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1: Resumo acerca dos objetos de estudo, variáveis, métodos e objetivos da bibliometria, cienciometria e informetria.....	27
Quadro 4.1: Atividades, impactos negativos e ações propostas para a fase de instalação de parques aquícolas.....	81
Quadro 4.2. Atividades, impactos positivos e ações propostas para a fase de operação de parques aquícolas.....	82
Quadro 4.3: Indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social para parques aquícolas continentais com seus respectivos critérios de mensuração ...	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Palavras chaves sobre tanques redes e produção utilizadas nas quatro bases de dados.....	32
Tabela 1.2.: Palavras chaves utilizadas sobre pesca em reservatórios nas quatro bases de dados.....	33
Tabela 1.3.: Quantidade de artigos encontrados sobre tanques rede em reservatórios, a partir da leitura dos títulos e palavras chaves.....	35
Tabela 1.4.: Quantidade de artigos encontrados sobre pesca em reservatórios, a partir da leitura dos títulos e palavras chaves.....	36
Tabela 1.5: Resultados de centralidade para cada ator.....	40
Tabela 1.6: Resultados do grau de intermediação para cada ator.....	41
Tabela 1.7: Resultados do grau de proximidade para cada ator.....	42
Tabela 2.1: Coordenadas Geográficas dos pontos de amostragens, Reservatório de Lajeado, Palmas, Tocantins, Brasil.....	46
Tabela 2.2: Concentrações médias de clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na área de estudo, durante as estações chuvosa (de janeiro a abril de 2017) e seca (de maio a agosto de 2017)	50
Tabela 2.3: Índice de estado trófico e grau de trofia na área de estudo no período de janeiro a agosto de 2017.....	50
Tabela 2.4: Concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e o índice de Estado Trófico (IET) no ponto controle (A10) durante o período de janeiro a agosto de 2017.....	52
Tabela 3.1: Indicadores Zootécnicos de cultivo de tambaqui dos cessionários do Parque Aquícola Sucupira.....	64
Tabela 3.2: Indicadores econômicos do experimento com tambaqui em tanque-rede aos 5, 10 e 15 meses.....	68
Tabela 3.3: Comparativo dos indicadores econômicos de produção de tambaqui em tanques-rede no Parque Aquícola Sucupira e em sistema de viveiro escavado no município de Palmas/TO.....	69
Tabela 4.1: Porcentagem cedida dos Parque Aquícolas de Lajeado - TO e capacidade de produção média por cessionário.....	79
Tabela 4.2: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Ambiental (SA) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.....	86
Tabela 4.3: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Econômico (SE) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.....	86

Tabela 4.4: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Social (SS) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.....	88
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AHP: Analytic Hierarchy Process

ARS: Análise de Redes Sociais

CA: Conversão Alimentar

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNA: Confederação Nacional da Agricultura

COE: Custo Operacional Efetivo

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

COT: Custo Operacional Total

DESENVOLVE PALMAS: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Emprego

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FACTO: Faculdade Católica do Tocantins

FAO: Food and Agriculture Organization

IET: Índice de Estado Trófico

IFTO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

IMEA: Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária

ISUS: Índice de Sustentabilidade

L: Lucro

MB: Margem Bruta

ML: Margem Líquida

MMAD: Métodos Multicritérios de Atuação

PAS: Parque Aquícola Sucupira

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

PEIXE BR: Associação Brasileira da Piscicultura

RBT: Receita Bruta Total

RURALTINS: Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins

SA: Subíndice Ambiental

SEAGRO: Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins

SE: Subíndice Econômico

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEDER: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural

SNA: Social Network Analysis

SS: Subíndice Social

TRC: Taxa de Retorno Capital

UFT: Universidade Federal do Tocantins

UHE: Usina Hidrelétrica de Energia

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	14
Área de Estudo.....	22
CAPÍTULO 1. ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA E DE REDES SOCIAIS NOS ESTUDOS DE PRODUÇÃO PESQUEIRA EM TANQUES-REDE E DA PESCA ARTESANAL EM RESERVATÓRIOS.....	23
1.1 Resumo.....	23
1.2 Introdução.....	24
1.3 Revisão de Literatura.....	26
1.3.1 A importância dos estudos e da análise cienciométrica.....	26
1.3.2 Análise de redes sociais como ferramenta metodológica na abordagem de fenômenos socioambientais.....	28
1.4 Material e Métodos.....	32
1.5 Resultados e Discussão.....	35
1.5.1 Análise Cienciométrica.....	35
1.5.2 Análise de redes sociais.....	38
1.6 Considerações Finais.....	42
CAPÍTULO 2. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COMO FERRAMENTA PARA MONITORAMENTO DE ATIVIDADES AQUÍCOLAS EM RESERVATÓRIOS CONTINENTAIS.....	44
2.1 Resumo.....	44
2.2 Introdução.....	44
2.3 Material e Métodos.....	45
2.3.1 Área de estudo.....	45
2.3.2 Coleta de dados.....	46
2.3.3 Análises.....	47
2.3.3.1 Determinação da concentração da clorofila-a.....	47
2.3.3.2 Determinação da concentração do fósforo total.....	48
2.3.3.3 Índice de estado trófico (IET).....	48
2.4 Resultados e Discussão.....	49
2.4.1 Variação dos parâmetros de temperatura.....	49
2.4.2 Cálculo do Índice de Estado Trófico.....	50
2.4.3 Resultados.....	52
2.5 Considerações Finais.....	56
CAPÍTULO 3. VIABILIDADE TÉCNICA, SOCIAL E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TAMBAQUI (<i>COLOSSOMA MACROPOMUM</i>) EM TANQUE-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA.....	57
3.1 Resumo.....	57
3.2 Introdução.....	57
3.3 Material e Métodos.....	60
3.4 Resultados e Discussão.....	63
3.4.1 Indicadores zootécnicos de cultivo de tambaqui em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira.....	63

3.4.2 Indicadores econômicos de cultivo de tambaqui em tanque-rede no Parque Aquícola Sucupira.....	67
3.4.3 Indicadores socioeconômicos dos cessionários do Parque Aquícola Sucupira.....	70
3.5 Considerações Finais.....	74
CAPÍTULO 4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA.....	75
4.1 Resumo.....	75
4.2 Introdução.....	75
4.3 Material e Métodos.....	79
4.4 Resultados e Discussão.....	84
4.4.1 Órgãos de Classe – Associação Bom Peixe.....	90
4.4.2 Produtor de alevinos.....	90
4.4.3 Cessionários do Parque Aquícola Sucupira.....	91
4.4.4 Instituições de Pesquisa, Extensão Rural e Capacitação Empreendedora.....	91
4.4.5 Agências de Crédito e Fomento.....	92
4.4.6 Frigoríficos.....	92
4.5 Considerações Finais.....	93
CONSIDERAÇÕES.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXO A - Declaração de Aceite do Artigo. Capítulo 2.....	111
APÊNDICE – A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	112
APÊNDICE – B: Roteiro de entrevistas para Análise de Redes Sociais (Capítulo 1).....	114
APÊNDICE – C: Roteiro de entrevistas para Análise do Perfil Socioeconômico e situacional do cessionário do Parque Aquícola Sucupira (Capítulo 3).....	117
APÊNDICE – D: Roteiro de entrevistas para Análise dos Indicadores de Sustentabilidade (Capítulo 4).....	118

INTRODUÇÃO

Este estudo deriva da principal política do governo brasileiro para incremento da produção nacional de pescado através do fomento a piscicultura em tanques-rede nos grandes reservatórios públicos, os chamados parques aquícolas continentais. Neste projeto estudaremos a implantação do Parque Aquícola Sucupira da UHE Lajeado (Palmas/TO) através do uso de métodos multicritérios de decisão, com objetivo de realizarmos uma abordagem socioambiental dos fatores de risco da implantação deste empreendimento através da proposição de indicadores de sustentabilidade.

A questão abordada é caracterizada por sua interdisciplinaridade, dada sua complexidade natural, que está diretamente relacionada com o tema do uso múltiplo das águas, meio ambiente, emprego, renda, economia, governança, indústria, comércio, consumo, cultura e desenvolvimento entre diversos outros temas e atores correlatos.

Como escopo principal, este projeto visa explorar os principais gargalos, bem como objetiva mapear as potencialidades e os entraves da implantação e da produção de pescados em tanques-rede no Parque Aquícola da UHE do Lajeado. Para tanto, baseando-se em uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, considerando os aspectos regulatórios, os aspectos técnicos e os aspectos socioeconômicos e ambientais envolvidos no processo, bem como abordando a política de transformação do pescador artesanal em piscicultor visando sua inserção na economia de mercado.

A criação de peixes em tanques-rede é um sistema intensivo de produção, visto que demanda contínua renovação de água para manutenção da elevada densidade de estocagem e apresenta dependência total de alimento artificial. Este sistema pode ser implantado no mar, rios ou lagos, bem como em reservatórios, tratando-se de uma alternativa para o aproveitamento de corpos hídricos com restrições à prática da piscicultura em tanques e viveiros escavados (BEVERIDGE, 2004).

O Brasil dispõe de condições favoráveis ao desenvolvimento desta atividade, especialmente por possuir 5,5 milhões de hectares de reservatórios naturais e artificiais de água doce. Como esses ambientes vêm sendo utilizados aquém de seu potencial, o incentivo à piscicultura em tanques-rede surge como uma das iniciativas mais promissoras para incrementar os números da aquicultura nacional (AYROZA; FURLANETO; AYROZA, 2008; AYROZA; FURLANETO, 2011).

A piscicultura praticada em águas públicas apresenta grande potencialidade para aumento da produção nacional de pescado e contribuição para o desenvolvimento das regiões e localidades. Suas principais vantagens residem na possibilidade do início imediato da produção, baixo investimento inicial (comparado a viveiros escavados ou estruturas rígidas), alto nível de intensificação, manejo facilitado, dentre outras.

O Brasil ainda não utiliza largamente essa modalidade produtiva devido à burocracia e morosidade nos processos de legalização e investimento, principalmente de ordem legal, que determinem processos de uso, licenciamento e controle ambiental das áreas de cultivo pelos interessados, tanto em áreas públicas quanto particulares e em toda cadeia piscícola. Visando promover de forma ordenada a criação intensiva de peixes em águas públicas de domínio da União, o governo federal promulgou o Decreto n. 4.895 de 25 de novembro de 2003 que, juntamente com a Instrução Normativa Interministerial n. 6 de 31 de maio de 2004, orientou a demarcação dos primeiros parques e áreas aquícolas continentais (BRASIL, 2003; 2004).

Essa política despontou como a principal iniciativa do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura para incrementar a produção pesqueira nacional, garantir maior oferta de pescado ao mercado interno e aumentar o consumo *per capita* no Brasil. O termo “parque aquícola” é definido como um espaço físico delimitado em meio aquático, que compreende um conjunto de áreas aquícolas, onde nos espaços intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura. Por sua vez, “área aquícola” é um local destinado exclusivamente a projetos de aquicultura, que pode ou não estar localizado no interior de parques (BRASIL, 2003).

A cessão de áreas aquícolas ocorre por meio de concorrência pública nas modalidades onerosa e não onerosa. No primeiro caso, os usuários pagam à União pelo espaço a ser usado na produção, e no segundo, que contempla geralmente beneficiários de programas sociais do governo federal com renda familiar mensal de até cinco salários mínimos, o produtor não tem custos para utilizar o local (BRASIL, 2004).

O Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, atualmente SEAP, por meio de ações como o Programa Nacional de Demarcação e Implantação de Parques Aquícolas (BRASIL, 2010), desenvolveu ações para viabilizar o acesso de interessados às águas da União para aquicultura, pelo que se convencionou de áreas e parques aquícolas. As áreas aquícolas são espaços individuais para realização da aquicultura, cedidos para pessoas físicas ou jurídicas. Os parques aquícolas são agrupamentos de diversas áreas aquícolas dentro de um contexto de economia ou produção em aglomeração ordenada.

Os parques aquícolas foram determinados pelo MPA a partir de um conjunto de estudos multidisciplinares que indicam a produção máxima ambientalmente sustentável possível para determinado ambiente/local – a capacidade de suporte (BUENO et al., 2013). Após regulamentação nas demais instâncias do governo, são loteados em áreas aquícolas e licitados ao público final para cessão por um período de 20 anos, podendo ser renovável. As licitações dão-se nas modalidades social/não onerosa ou empresarial/onerosa.

As áreas sociais possuem um tamanho economicamente viável para cultivo de pescado e são destinadas aos pescadores artesanais, ribeirinhos, agricultores familiares, comunidades tradicionais, dentre outros. Esses usuários não pagam pela utilização da área pública e podem beneficiar-se dos programas/planos de desenvolvimento setorial a serem implantados. O intuito é a ocupação e geração de renda, de forma a não mais participarem dos programas sociais.

Já as áreas empresariais são porções maiores destinadas à instalação de unidades de maior escala produtiva. Os usuários pagam pela utilização do espaço, visto que têm maiores condições de competição nos mercados, dado pelo maior volume de produção.

Devido à grande dimensão do potencial produtivo proporcionado pelos parques aquícolas, faz-se necessária a adoção de projetos de implantação, gestão e monitoramento adequados, que tornem as atividades sustentáveis e dessa forma potencializar um adequado processo de desenvolvimento setorial e regional. Um dos alicerces na formulação de políticas e ações para esta temática trata-se de promover e estruturar modos eficientes de planejamento e gestão da produção física, tanto familiar quanto empresarial, visando profissionalizar os processos técnico-operacionais para uma produção zootécnica de qualidade e regularidade, e alinhadas com as preferências do mercado consumidor.

Particularmente para o desenvolvimento da modalidade social/não onerosa, deve-se ressaltar a promoção e estruturação de entidades de economia solidária (associações, cooperativas etc.), visando equipar ou ampliar estruturas comunitárias, percebidas como mecanismo de alavancagem da escala e consequente redução de custos e melhoria da eficiência dos processos produtivos de pequenos produtores, destacando-se também o estímulo e viabilidade para a inserção de pescadores artesanais, agricultores familiares, ribeirinhos, atingidos por barragens ou membros de comunidades tradicionais para participação em modelos organizados.

Vale destacar a importância em realizar estudos de modelos produtivos, que avaliem a viabilidade técnica, econômica e socioambiental de empreendimentos familiares, comunitários e empresariais. Esses estudos devem levar em conta os diversos elementos

constituintes da cadeia produtiva e a promoção de sua competitividade. Apesar de governos anteriores exaltarem o sucesso dos primeiros parques aquícolas, numa revisão atual todos os empreendimentos iniciais apresentam sérios problemas. Os casos relatados na literatura levantam sérias questões sobre a viabilidade econômica e ambiental dos empreendimentos realizados nos lagos de Itaipu e de Serra da Mesa. Além disso, os empreendimentos marinhos também carecem de melhor embasamento, dado que a o projeto de criação de beijupirá em Pernambuco foi um fracasso econômico e social. Assim, o correto embasamento dos projetos é necessário para alcançar o sucesso desse tipo de empreendimento.

Como forma indutora, deve-se estudar e desenvolver mecanismos de certificação da produção aquícola, buscando a valoração de produtos pelo mercado, tendo como base critérios sociais, procedência de origem e que sejam ambientalmente corretos, visando prêmios e bônus a serem revertidos em prol das comunidades e grupos produtivos.

As unidades de processamento devem estar em consonância com a legislação sanitária nacional, de maneira a garantir a qualidade e a segurança dos produtos e seus resíduos com destinação correta, evitando impactos ambientais. As instalações devem estar aptas a realizar a inspeção e lavagem em todo o pescado antes da comercialização, habilitando os produtores para comercializar seus produtos aquícolas em âmbito intermunicipal, interestadual e até internacional, de acordo com as estratégias locais de venda. Considerando os elevados custos de estocagem e logística para o pescado, o incentivo ao comércio e consumo locais é fator crucial de sucesso para toda a cadeia produtiva dos parques aquícolas e a gestão dos empreendimentos.

A piscicultura não pode ser realizada de forma isolada, isto não irá garantir o provimento desta atividade, porém, possibilita indiretamente tais ganhos, devendo ser integrada ou complementada com outras atividades de desenvolvimento.

Nesse contexto, as abordagens multicritérios apresentam duas prerrogativas decisivas: definir e evidenciar a responsabilidade do "decisor" e melhorar a transparência do processo de decisão (SOARES, 2003). Elas proporcionam uma melhor adaptação aos contextos decisórios encontrados na prática, permitindo que um grande número de dados, interações e objetivos sejam avaliados de forma integrada. Este fato é apontado por Gartner (2001) como a maior vantagem dos MMAD em relação aos modelos monocritérios tradicionais, dos quais se destaca a análise custo-benefício.

As abordagens multicritérios apresentam ainda outros pontos fortes, como (DIAKOULAKI e MAVROTAS, 2004): consideração de uma grande variedade de critérios independentemente do tipo de dados (quantitativos ou qualitativos) e da escala de medida;

envolvimento de todos os decisores; motivação para os decisores refletirem sobre os conflitos, levando em consideração outros pontos de vista e argumentos antagônicos; multidisciplinaridade, que captura a complexidade dos sistemas naturais, a pluralidade dos valores associados aos bens ambientais e as variações das percepções de desenvolvimento sustentável; a construção de uma base para o diálogo entre analistas e decisores que fazem uso de diversos pontos de vista comuns e a facilidade em incorporar incertezas aos dados sobre cada ponto de vista.

Os métodos multicritérios para apoio à tomada de decisão agregam um valor substancial à informação, pois, não só permitem a abordagem de problemas considerados complexos e, por isto mesmo, não tratáveis pelos procedimentos intuitivo-empíricos usuais, mas também dão ao processo de tomada de decisão clareza e transparência jamais disponíveis quando métodos de natureza monocritério são empregados (GOMES e MOREIRA, 1998).

O AHP - *Analytic Hierarchy Process* é um método que reduz decisões complexas dentro de uma série de comparações simples (*Pairwise Comparisons*) entre elementos da hierarquia de decisão. Pela síntese dos resultados destas comparações, o AHP pode ajudar a chegar à melhor solução e prover uma clara razão para a escolha feita (MENDOZA *et al.*, 1999). O AHP é uma ferramenta muito útil por ser uma boa medida da hierarquia dos princípios, critérios, indicadores e verificadores (MENDOZA *et al.*, 1999). Ele aborda a tomada de decisão arranjando os componentes importantes de um problema dentro de uma estrutura hierárquica similar a uma árvore genealógica.

O método MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* nos conduz a uma abordagem que requer somente julgamentos qualitativos sobre diferenças de valor para ajudar um indivíduo ou um grupo quantificar a atratividade relativa das opções (BANA E COSTA e CHAGAS, 2002; BANA E COSTA, CORTE e VANSNICK, 2004). O MACBETH mede o grau de preferência de um "decisor" sobre um conjunto de alternativas e, dessa forma, permite que se verifique inconsistência nos juízos de valores, possibilitando a revisão (BANA E COSTA e VANSNICK, 1994). Sua maior vantagem, portanto, é a interatividade (FERNANDES, 1996).

O método PROMETEE – *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* tem como objetivo proporcionar aos "decisores" um melhor entrosamento e entendimento da metodologia de apoio à decisão utilizada (GARTNER, 2001). Ele atua na construção de relações de superação valorizadas, incorporando conceitos e

parâmetros que possuem alguma interpretação física ou econômica facilmente compreensível pelo "decisor". Esta abordagem faz uso abundante do conceito de pseudocritério, já que constrói o grau de superação entre cada par de ações ordenadas levando em conta a diferença de pontuação que essas ações possuem a respeito de cada atributo (FLAMENT, 1999). Sua aplicação é indicada para solução de problemas formados por um número finito de alternativas e por vários critérios de decisão, que devem ser maximizados ou minimizados de acordo com a necessidade (SANTOS *ET al.*, 2005).

ELECTRE - *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* são métodos baseados em relações de superação para decidir sobre a determinação de uma solução, que mesmo sem ser ótima pode ser considerada satisfatória, e obter uma hierarquização das ações (FLAMENT, 1999). Eles se sustentam em três conceitos fundamentais: concordância, discordância e valores-limite (*outranking*), utilizando um intervalo de escala no estabelecimento das relações de troca na comparação aos pares das alternativas (GONÇALVES, 2001).

Estas técnicas podem ser aplicadas na solução de problemas de gestão de recursos hídricos, caracterizados por alternativas avaliadas por critérios preferencialmente qualitativos, com fixação prévia das preferências por parte dos decisores. Também são utilizadas para variáveis contínuas, sob critérios quantitativos, ou para situações mistas (GONÇALVES, 2001). Entretanto, Gartner (2001) adverte que os métodos ELECTRE envolvem conceitos complexos. Além disso, requerem muitos parâmetros para a construção dos limiares de discriminação, concordância e discordância.

Os métodos multicritérios de avaliação (MMAD) são instrumentos que possuem a capacidade de melhor retratar a realidade local, e por este motivo são utilizados neste trabalho, mais precisamente utilizaremos o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), buscando sua aplicação prática no estudo da implantação e operação do parque aquícola do lago da UHE do Lajeado.

O AHP é aplicado para sistematizar uma ampla gama de problemas de decisão nos contextos econômico, político, social e ambiental, devido a sua simplicidade, robustez e capacidade de avaliar fatores qualitativos e quantitativos, sejam eles, tangíveis ou intangíveis (SHIAU *et al.*, 2002). Consequentemente, é um dos métodos mais conhecidos e utilizados mundialmente (JANSEN L., SHIMIZU e JANSEN J, 2004).

Das aplicações do AHP a problemas ambientais, especialmente aqueles relacionados a recursos hídricos, Gartner (2001) destaca: planejamento de bacias hidrográficas, ponderação

dos critérios de avaliação de desempenho de um sistema de irrigação, avaliação de impactos ambientais de projetos hídricos e planejamento de estratégias energéticas.

O AHP baseia-se na capacidade humana de usar a informação e a experiência para estimar magnitudes relativas com a realização de comparações par a par (*pairwise comparisons*) (TOMA e ASHARIF, 2003). Trata-se de uma abordagem flexível que utiliza a lógica aliada à intuição, com a finalidade de obter julgamentos através de consenso.

Segundo Dodgson *et al.* (2001), a estrutura do AHP identifica as áreas de maior e menor oportunidade; prioriza as opções; esclarece as diferenças entre as alternativas; ajuda os agentes entenderem melhor situação; indica a melhor alocação de recursos para atingir os objetivos; facilita a geração de novas e melhores opções e favorece a comunicação entre as partes integrantes do processo. Trata-se, portanto, de uma ferramenta interativa, muito útil para analistas e tomadores de decisão na resolução de problemas complexos relacionados a interesses econômicos, sociais, culturais, políticos, ambientais, entre outros, onde o número de participantes é grande (SCHMIDT, 1995).

Apesar das especificidades inerentes à aplicação do método, uma decisão coerente pode ser obtida com uso do AHP através do entendimento e clarificação do problema; da definição e análise dos critérios de decisão; da atribuição de pesos; da avaliação das soluções alternativas para o problema; da verificação do desempenho das alternativas para cada critério; do preparo das recomendações para a tomada de decisão (GOMES, 1998). Ao final desse processo, o grupo de decisores, por meio de negociação, mediação e arbitragem, será capaz de fazer a melhor escolha.

Após avaliação da fundamentação teórica, das características, dos procedimentos de aplicação e vantagens e desvantagens do AHP, conclui-se que seu uso é adequado para realização da pesquisa proposta. A hierarquização dos temas, a proposição dos capítulos, as problemáticas e alternativas levantadas, as sugestões apontadas, bem como as comparações realizadas nesta tese foram definidas após aplicação do método AHP junto aos principais atores da cadeia produtiva da produção de tambaqui em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira.

O presente projeto se prontifica a avaliar a política de expansão da piscicultura em tanque rede na UHE Lajeado e sua relação com o uso múltiplo da água e com o desenvolvimento regional sustentável, associado à proteção e conservação dos recursos naturais e ao desenvolvimento socioeconômico das populações locais. Apesar da atividade ser potencialmente impactante e altamente dependente do ambiente, fatores que podem ameaçar

sua sustentabilidade ao longo do tempo, a atividade se bem planejada e conduzida pode se tornar um vetor de desenvolvimento local sustentável e incluyente.

Para obtenção dos objetivos deste projeto, a pesquisa a princípio foi dividida em três etapas. Na primeira etapa foi realizada uma extensa revisão bibliográfica que incluiu a busca, leitura e compreensão de notas, notícias, textos, artigos, livros, dissertações, teses, leis, decretos e políticas públicas que tratam do tema abordado. A segunda foi composta pela coleta das informações, em campo, que seguiu o ciclo normal de implantação e operação do parque aquícola da UHE Lajeado, um acompanhamento ao longo de toda cadeia produtiva até a disposição final dos produtos. Na terceira etapa foi feita a tabulação, análise e discussão de todas as informações, registros e dados obtidos.

Para obtenção dos referidos objetivos, a tese foi dividida em uma introdução geral e mais quatro capítulos, seguido das considerações finais do trabalho. No Capítulo 1, foram abordadas as análises cienciométricas e de redes sociais nos estudos de produção pesqueira em tanques rede e de pesca artesanal em áreas de reservatórios. O Capítulo 2 faz uma avaliação do índice de estado trófico do Parque Aquícola Sucupira, visando o monitoramento ambiental de atividades aquícolas em tanques rede nas áreas de reservatório de UHEs, O Capítulo 3, quantifica a viabilidade econômica do empreendimento e qualifica sua viabilidade sócio ambiental, bem como traça o perfil sócio econômico dos cessionários produtores de tambaqui a fim de analisar a política pública de transformação de pescadores artesanais em piscicultores. O quarto e último capítulo sugere indicadores de sustentabilidade e governança para a estruturação e desenvolvimento do Parque Aquícola Sucupira.

Área de Estudo

O lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (também chamado Lago de Palmas) tem uma extensão de 170 km, com latitude de 10°12'46" ao Sul e longitude de 48°21'37" a Oeste, com altitude de 230 metros sobre o nível do mar. O reservatório de Lajeado ocupa área de 630 km² de lâmina de água, representando 0,23 % da área do estado do Tocantins e foi construído basicamente para geração energética, mas, também tem sido utilizado para irrigação, pesca, piscicultura, turismo e lazer.

A cheia do reservatório ocorreu em 2001 e conta com vazão média de 2.547,99 m³/s. O reservatório de Lajeado localiza-se entre os municípios de Lajeado, Miracema do Tocantins, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras.

Neste Reservatório foram demarcados inicialmente 11 Parques Aquícolas, dentre os quais três foram cancelados, um em regularização, dois aguardam serem licitados e apenas

cinco tiveram suas áreas licitadas (MPA 2015).

O estudo foi conduzido na região do Parque Aquícola Sucupira, localizado no reservatório do Lajeado a 15 km da cidade de Palmas – TO (Figura 1).

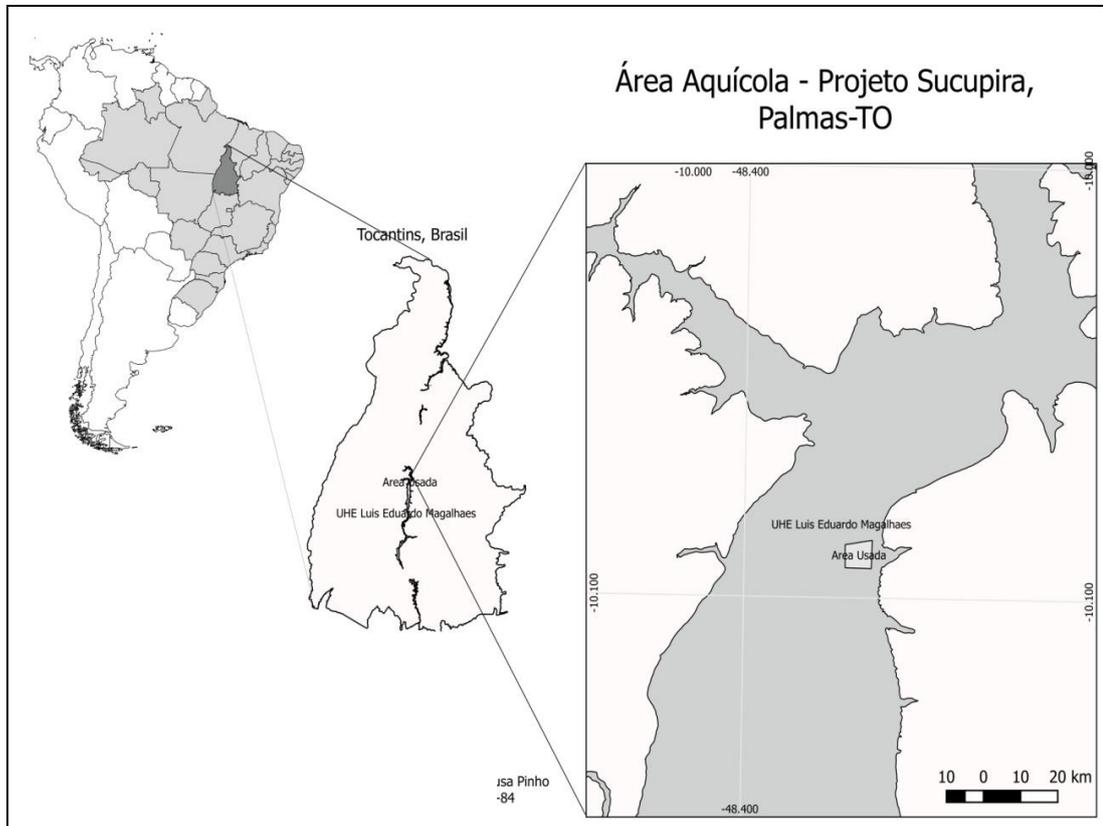


Figura 1: Área aquícola, Projeto Sucupira, Palmas-TO. Fonte: Elaborado pelo autor.

O Parque Aquícola Sucupira foi demarcado no ano de 2013 para produzir 10.036 toneladas de peixes por ano. Estão cedidas 191 áreas não onerosas que somam uma capacidade de produção de 9.168 toneladas de peixes por ano. Cada área não onerosa tem capacidade de produzir 48 toneladas por ano. Atualmente constam 18 cessionários produzindo no Parque Aquícola Sucupira, sendo todos associados à Associação Bom Peixe. Assim, se multiplicado pela sua produção individual, esses cessionários somam uma capacidade de produção de 1.344 toneladas de peixe por ano e o potencial de produção somente destes 18 cessionários equivale a 15% da produção da aquicultura de todo o estado do Tocantins (MPA, 2015).

CAPÍTULO 1

1. Análise Cienciométrica e de Redes Sociais nos Estudos de Produção Pesqueira em Tanques-Rede e da Pesca Artesanal em Reservatórios

1.1 Resumo

A produção científica pode ser considerada um indicador do *status quo* de uma área do conhecimento, e em um nível macro, da ciência e tecnologia de um país. Dentro desta perspectiva, surgem novas ferramentas metodológicas multidisciplinares como a cienciométrica e a análise de redes sociais que abordam fenômenos sociais, políticos, ambientais e econômicos, formalizando quantitativa e graficamente conceitos e modelos sociais. Este trabalho teve como objetivo analisar a produção periódica científica das pesquisas em produção de pescados em tanques redes e da pesca artesanal em áreas de reservatórios, bem como verificar as redes sociais existentes entre os objetos de estudo, com intuito de responder se estes trabalhos estão considerando as questões socioambientais e econômicas ou, apenas, buscam um aumento na produção de alimentos. Foi feito ainda um comparativo dos estudos entre produção de pescado em tanques-rede em reservatórios e pesca, buscando a correlação entre estes estudos, pesquisadores e instituições de pesquisa, a fim de abordar a visão governamental de estímulo e fomento às atividades de pesca e piscicultura, além das tentativas de transformar o pescador artesanal em piscicultores. A abordagem da pesquisa é quantitativa e a natureza das fontes utilizadas para compor este estudo, pode ser classificada como documental. Quanto aos objetivos, é exploratória e explicativa. Os artigos analisados mostraram que a produção de conhecimento relacionado a produção de peixes em tanques rede e sobre a pesca artesanal em reservatórios está indexada e é de caráter multidisciplinar, A maioria dos artigos foi publicado em língua inglesa e foram encontrados nas bases bibliográficas Scopus e Web of Science. Na sua quase totalidade os artigos publicados possuem caráter tecnicista e produtivista, pouco considerando os fatores ambientais e sócio econômicos, nem tampouco as políticas públicas de implantação, manutenção, desenvolvimento e fomento às atividades piscícolas e ou pesqueiras. A análise de rede social do Parque Aquícola Sucupira deixa claro que há interligação entre todos os atores, porém o protagonismo dessa rede está dominado por instituições públicas, principalmente da esfera municipal, seguidas das esferas estaduais e federais. O processo de comunicação entre os diversos atores institucionais é de caráter bidirecional, enquanto que entre os piscicultores e pescadores na maioria das vezes é de caráter unidirecional, tornando-

os apenas sujeitos das ações.

Palavras-chave: cienciometria, pesca, redes sociais, tanque-rede.

1.2 Introdução

A população mundial cresce a cada ano, aumentando rapidamente e de forma alarmante o desafio de se produzir alimentos, em quantidade e qualidade, de forma rápida, segura e sustentável, como forma de aliviar os problemas da fome e para assegurar a segurança alimentar, principalmente nos países mais pobres e em desenvolvimento (GODFRAY *et al.*, 2011). Nesse contexto, a piscicultura desponta como atividade ímpar e de grande importância social e econômica devido a alta eficiência e conversão alimentar das espécies cultivadas, ao rápido retorno do capital investido e ao reconhecido valor nutricional do pescado. Porém, trata-se de uma atividade altamente dependente de recursos naturais e com alto potencial de geração de diversos impactos ambientais.

A piscicultura é o cultivo de organismos aquáticos, e originou-se cerca de 4.000 anos atrás (BEVERIDGE e LITTLE, 2002). Esta atividade, bem como qualquer outra ação humana, afeta negativamente o meio ambiente em diferentes níveis de intensidade, dependendo da maneira em que o cultivo é praticada (extensivo, semi-intensivo, ou intensivo).

No Brasil, a piscicultura desponta como um dos mais emergentes setores do agronegócio nacional e como uma das atividades agropecuárias de maior potencial de desenvolvimento, representando um setor estratégico tanto para economia como para segurança alimentar do país. No estado de Tocantins não é diferente, a piscicultura apresentou um crescimento de 833% entre 2001 e 2011, atingindo o total de 12.412 toneladas (MPA, 2012). Essa cadeia produtiva vem se estruturando desde o início do ano 2000, com a implantação de grandes unidades de produção e processamento (conta com três entrepostos de peixe certificados pelo Serviço de Inspeção Federal - SIF do Ministério da Agricultura) e o setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D) tem se fortalecido com a criação, em 2009, da Embrapa Pesca e Aquicultura localizada na capital, Palmas (FILHO, 2014).

Dentre os métodos de cultivo intensivo, a piscicultura em tanques-rede tornou-se um dos mais amplamente praticados nos últimos anos, porque aparentemente é uma das melhores alternativas para a redução da pressão de pesca sobre os recursos naturais (MARENGONI, 2006) e tem um rápido retorno do investimento (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Porém, usa um considerável fornecimento de alimentos para a produção de organismos em uma pequena área e com altas densidades, consequentemente liberando metabólitos e restos de alimentação

diretamente para o meio ambiente. Estes resíduos são fontes potenciais de impactos ambientais (ALVES e BACCARIN, 2005), tais como mudanças na rede trófica, introdução de espécies exóticas, diminuição da biodiversidade, e a propagação de doenças.

A piscicultura em tanques-rede em ecossistemas aquáticos (reservatórios de UHEs) pode aumentar a produção mundial de peixes, porém é necessário que as informações básicas sobre esta atividade sejam geradas e divulgadas, com o objetivo de reduzir impactos sobre o ambiente e sobre a sociedade.

A produção pesqueira é uma atividade complexa e de muitas peculiaridades, construídas a partir de interações ecológicas, sociais e ambientais, acopladas a incorporação de políticas de governo específicas para esta atividade (BRASIL, 2009). Fato este é o atual processo que se instala na região, que estimula a produção de pescado por pescadores artesanais em sistemas de tanques-rede nos reservatórios de UHEs.

A política pesqueira no Brasil passou por três momentos distintos de estímulo e fomento às atividades da pesca e da piscicultura, onde os dois primeiros momentos estimularam a extração de pescado (estímulo à pesca industrial e posterior reconhecimento da importância da pesca artesanal extrativista) e o terceiro e atual momento de estímulo a produção de pescado (principalmente através da piscicultura em tanques-rede). Para aumentar a produção pesqueira, as políticas adotadas visam à implantação de parques aquícolas em território brasileiro. Nesse sentido, tentou-se buscar uma maneira de resolver questões sociais e aumentar a produção pesqueira, através da implantação de parques aquícolas nos reservatórios de grandes UHEs, com o intuito de construir uma política de mitigação para inserção de pescadores artesanais na economia de mercado através do incentivo a se tornarem empreendedores da cadeia produtiva da piscicultura (CRUZ e CAÑETE, 2015).

Desta forma, o presente capítulo se propõe a realizar uma análise cienciométrica e de redes sociais sobre os estudos de produção pesqueira em tanques-rede de reservatórios continentais, com intuito de responder se estes trabalhos estão considerando as questões socioambientais e econômicas ou, apenas, buscam um aumento na produção de alimentos. Aspectos que os tomadores de decisão destes empreendimentos devem considerar antes de regularem a atividade, analisando seus benefícios e impactos ambientais. Ainda nesta sessão, através da mesma metodologia foi feito um comparativo dos estudos entre pesca e produção de pescado em tanques-rede em reservatórios, buscando a correlação entre estes estudos, pesquisadores e instituições de pesquisa, a fim de abordar a visão governamental de estímulo e fomento às atividades de pesca e piscicultura, além das tentativas de transformar o pescador artesanal em piscicultores.

1.3 Revisão de Literatura

1.3.1 A importância dos estudos e da análise cienciométrica

Um ramo na ciência vem crescendo em ritmo acelerado nas últimas décadas e tornando-se cada vez mais forte, paralelamente aos avanços em publicações, pesquisas e métodos científicos. Essa atividade é a cienciométrica, campo este que consiste em atividade de produção de indicadores quantitativos em ciência, tecnologia e inovação (MUGNAINI, 2004). O conceito de cienciométrica para Bufrem & Prates (2005) é o conjunto de métodos quantitativos empregados para estudar as atividades científicas ou técnicas, enfocando a produção ou a comunicação destas.

Essa atividade gera instrumentos para nortear diretrizes, programas para investimentos exequíveis em todas as áreas político-sociais, tecnológica, científica e saúde. Assim, existe um incentivo e reconhecimento por parte das autoridades políticas e científicas neste campo, sendo que os resultados obtidos da avaliação quantitativa tornaram-se ferramentas para projetos e planejamentos de novas tecnologias (HOLBROOK, 1992).

Publicar os resultados de suas pesquisas é um compromisso que os cientistas são compelidos a cumprir e o avanço do conhecimento produzido pelos pesquisadores tem de ser transformado em informação acessível para a comunidade científica. A publicação dos resultados de pesquisa tem três objetivos: divulgar descobertas científicas, salvaguardar a propriedade intelectual e alcançar a fama (OKUBO, 1997).

Atualmente, os indicadores da atividade científica estão no centro dos debates, sob a perspectiva das relações entre o avanço da ciência e da tecnologia, por um lado, e o progresso econômico e social, por outro. Revisões de políticas científicas pareceriam inconcebíveis, hoje, sem recorrer aos indicadores existentes. Se por muito tempo o foco das avaliações permaneceu orientado para medir os insumos, como verbas e pessoal de P&D (pesquisa e desenvolvimento), crescentemente o interesse está se voltando para os indicadores de resultados (KING, 1987). Em tudo o que se refere à ciência, os indicadores bibliométricos, informétricos e cienciométricos tornaram-se essenciais.

Segundo Chapula (1998), analisando individualmente os conceitos de bibliometria, cienciométrica, e informetria, apontou que a diferença entre eles consiste no objeto de estudo, sendo que na bibliometria o foco está no aspecto quantitativo da produção a fim de desenvolver padrões e modelos matemáticos, auxiliando na elaboração de previsões e apoiando na tomada de decisões com base em seus resultados. Na cienciométrica, o foco será nos aspectos quantitativos da ciência, no caso, as atividades científicas, incluindo as

publicações, enquanto na informetria, o foco será nos aspectos quantitativos da informação sem haver restrição de formato ou grupo social, sendo, portanto, mais extenso que os dois conceitos citados anteriormente.

Conforme proposto por Mac Grath (1989), resumidamente, podemos identificar os objetos de estudo, variáveis, métodos e objetivos dessas três disciplinas de acordo com as informações contidas no Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Resumo acerca dos objetos de estudo, variáveis, métodos e objetivos da bibliometria, cienciométrica e informetria.

Tipologia	Bibliometria	Cienciométrica	Informetria
Objeto de estudo	Livros, documentos, revistas, artigos, autores, usuários.	Disciplinas, assuntos, área e campos.	Palavras, documentos, bases de dados.
Variáveis	Número de empréstimos e de citações, frequência de citação de palavras, extensão de frases etc.	Fatores que diferenciam as disciplinas e subdisciplinas. Revistas, autores, documentos. Comunicação entre cientistas.	Difere da cienciométrica no propósito das variáveis; por exemplo, medir a recuperação, a relevância, a revocação etc.
Métodos	Ranking, frequência e distribuição.	Análise de conjunto e de correspondência.	Modelo vetor-espaço, modelos probabilísticos; linguagem de processamento.
Objetivos	Alocar recursos: tempo, dinheiro e etc.	Identifica domínios de interesse Concentração de assuntos. Compreender como e quanto os cientistas se comunicam.	Melhorar a eficiência da recuperação.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de McGrath (1989).

Para Spinak (1998), os indicadores científicos surgem da medição dos insumos e dos resultados da instituição científica, onde metodologias aceitas internacionalmente (Manual de Frascati, de Oslo e de Canberra) são as referências para quantificar os insumos e os resultados tecnológicos, bem como os resultados da pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, a cienciométrica torna-se uma ferramenta para padrões de quantificação científica uniforme e elabora metodologias para estabelecer esses indicadores com técnicas interdisciplinares. Oliveira (1999) diz que, a avaliação da produtividade científica, deve ser um dos principais elementos para o estabelecimento e acompanhamento de uma política nacional de ensino e pesquisa, permitindo um diagnóstico das reais potencialidades de determinadas instituições e grupos.

O ato de avaliar determinado conhecimento permite validar o saber, expondo os resultados à sociedade, contribuindo assim para resolver os problemas que se apresentam dentro de determinada área (JANNUZZI, 2002).

É um trabalho meticuloso, transformar conhecimento bibliográfico em indicadores cienciométricos. Grande parte deste trabalho está no reconhecimento da forma em que os

dados estão organizados e estruturados, convertendo-os em elementos quantitativos. Facilitando assim a interpretação de informações antes espalhados em uma larga escala subjetiva, que se arranjados, tornam-se dados interpretáveis em escalas, gráficos e tabelas, compreensíveis para interpretação.

1.3.2 Análise de redes sociais como ferramenta metodológica na abordagem de fenômenos socioambientais

A utilização científica da análise de redes sociais (SNA – Social Network Analysis) para abordagem de fenômenos socioambientais tem contribuído com pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento para o despertar de novas possibilidades metodológicas. A análise de redes sociais é uma ferramenta metodológica de origem multidisciplinar cuja principal vantagem é a possibilidade de formalização gráfica e quantitativa de conceitos abstraídos a partir de propriedades e processos característicos da realidade social.

Existem basicamente três fundamentos teóricos em SNA: (1) a teoria dos grafos, (2) a teoria estatística/probabilística e (3) os modelos algébricos. A teoria dos grafos privilegia uma análise descritiva/qualitativa de dados. Os outros dois métodos, probabilísticos, são mais utilizados para teste de hipóteses e análise de redes multirrelacionais (SOUZA e QUANDT, 2008).

Neste sentido, para efeito de análise dos dados, as relações entre os atores são consideradas tão fundamentais quanto os próprios atores e de acordo com Hanemann (2003), uma das vantagens do método é que se predispõe a uma análise que enfoca múltiplos e simultâneos níveis de análise, evitando o reducionismo metodológico.

Muitos conceitos e terminologias utilizados em análise de redes sociais ainda carecem, ainda, de maior precisão, face à novidade deste campo de estudo e sua origem multidisciplinar. Segundo Wasserman e Faust (1999), podemos defini-los da seguinte forma:

- **ATOR (actor):** indivíduos ou grupos de indivíduos, corporações, comunidades, departamentos, etc. Redes formadas por atores do mesmo tipo são chamadas redes unimodais (one-mode networks). Redes formadas por atores de diferentes tipos são redes multimodais (two-mode networks).
- **ELOS RELACIONAIS (relational ties):** tipo de relação que estabelece uma conexão ou troca de fluxos entre dois atores. Podem ser opiniões pessoais, transferência de recursos, interações, filiação a entidades, etc.
- **DÍADE (dyad):** par de atores e o possível elo entre estes. As díades podem ser

analisadas para determinar propriedades tais como reciprocidade, correlação entre múltiplas relações, entre outras medidas;

- **TRÍADE (triad):** subgrupo de três atores e os possíveis elos entre estes;
- **SUBGRUPO (subgroup):** qualquer subgrupo de atores, de qualquer tamanho, e os elos entre estes;
- **RELAÇÃO (relation):** coleção de elos de um determinado tipo entre membros de um grupo;
- **REDE SOCIAL (social network):** conjunto finito de atores e suas relações;
- **GRAU NODAL (nodal degree):** mensuração do grau de “atividade” de um determinado nó, com base no cálculo da quantidade de linhas adjacentes.

Segundo Hanemann (2003), a seleção da amostra em SNA é feita com base nas relações entre os atores, e não em suas características/atributos individuais. Outra característica importante é a interdependência entre os elementos da amostra. Embora existam técnicas para resolução de problemas de levantamento de dados em redes o ideal é que dados de redes sejam coletados em redes completas. A este propósito estão relacionados, a seguir, os principais métodos de levantamento de dados em redes:

- **Métodos de rede completa** (Full network methods): coleta informação sobre os elos de cada ator com todos os outros atores da rede. Dependendo do tipo de análise de dados a ser realizada na seqüência do trabalho de pesquisa, este tipo de amostra é necessário, embora na prática, seja factível apenas para análise de grupos reduzidos de pessoas.
- **Método da Bola de Neve** (Snowball methods): utilizado principalmente quando a população não é conhecida, este método inicia com um conjunto de atores, a partir dos quais os demais componentes (nós) da rede são rastreados. O principal desafio, neste caso, é descobrir o melhor local (grupo) por onde começar a pesquisa. A amostragem nomeada como “bola de neve”, uma forma de amostra não probabilística que utiliza cadeias de referência. Apesar de suas limitações, a amostragem em bola de neve pode ser útil para pesquisar grupos difíceis de serem acessados ou estudados, bem como quando não há precisão sobre sua quantidade. Além disso, esse tipo específico de amostragem também é útil para estudar questões delicadas, de âmbito privado e, portanto, que requer o conhecimento das pessoas pertencentes ao grupo ou reconhecidos por estas para localizar informantes para estudo.
- **Redes ego-centralizadas com “alter” conexões** (Ego-centric networks with alter

conexões): este método identifica os nós focais (egos) e, posteriormente, identifica os nós aos quais estes egos estão conectados. Os nós secundários (alter) são então investigados quanto às suas possíveis inter-conexões (conexões entre si).

- **Redes ego-centralizadas sem “alter” conexões** (Ego-centric networks- ego only): esta abordagem tem como foco o nó individual, em lugar de procurar abranger a rede como um todo. Desta forma, é possível capturar uma imagem das redes “locais” e da vizinhança dos indivíduos focalizados. As conexões entre os alters (elos secundários) não são consideradas.
- **Redes de múltiplas relações** (multiple relations): esta abordagem considera os múltiplos tipos de elos que conectam atores em uma rede. Considera-se, neste caso, que atores próximos em relação a uma determinada relação podem estar distantes quando considerado outro tipo de relacionamento. Com relação às abordagens teóricas que darão suporte à escolha das relações a serem examinadas, a Teoria dos Sistemas sugere 2 domínios: (a)Material: o conteúdo da relação só pode estar em um local em um determinado momento. Ex.: fluxo de dinheiro entre pessoas, fluxo de pessoas entre organizações.

As escalas de medidas utilizadas em SNA possuem características similares às escalas tradicionais utilizadas por métodos de pesquisa convencionais, porém, a diferença consiste no conteúdo do levantamento de dados com foco nos relacionamentos entre os atores. Foram relacionadas, a seguir, as principais medidas utilizadas em SNA (HANEMANN, 2003).

- **Medidas Binárias** (binary measures of relations): este tipo de medida específica, basicamente, mensura se a relação existe (1) ou se a relação não-existe (0). Frequentemente, dados mais complexos (ponderados, por exemplo) são dicotomizados para fins de cálculo, principalmente em função do poder e simplicidade da análise de dados binários.
- **Medidas relacionais nominais multi-categorias** (Multiple-category nominal measures of relations): são medidas de múltipla escolha, na qual o respondente pode selecionar, entre uma série de relações, qual ou quais são as opções que melhor descrevem seu relacionamento com os atores relacionados.
- **Medidas totais de relações ordinais** (Full-rank ordinal measures of relations): são medições mais refinadas a respeito da força dos elos, permitindo a criação de uma escala métrica que reflete diferentes e variados graus de intensidade.

- **Medidas totais de intervalos em relações ordinais** (Full-rank ordinal measures of relations): correspondem ao nível mais avançado de mensuração, pois consideram as diferenças de intensidade entre os intervalos.

As atividades realizadas por decisores de redes interorganizacionais estão relacionadas, basicamente, à gestão de mecanismos-chave na integração da rede: recursos materiais, informação e conhecimento (expertise) (AGRANOFF E MCGUIRE, 1999). Estas atividades, ou comportamentos, foram agrupadas pelos autores em 4 grandes áreas:

- **ATIVACÃO (activation)** – seleção dos parceiros, organização, alimentação e integração da estrutura; envolvendo também a desativação e troca de atores, principalmente de lideranças;
- **ESTRUTURAÇÃO (framing)** – estabelecimento das regras de operação, controle sobre os valores e normas prevalentes, alteração das percepções dos atores (introdução de novas idéias, promoção de um propósito ou visão compartilhada), recomendação de mecanismos decisórios, alinhamento dos interesses;
- **MOBILIZAÇÃO (mobilizing)** – operacionalização dos objetivos estratégicos, suporte aos propósitos da rede, sob a forma de tradução operacionalizável de propósitos mais amplos;
- **SINTETIZAÇÃO (synthesizing)** – criação de um ambiente favorável à cooperação; prevenção, minimização, remoção de bloqueios à cooperação e causas de conflitos; redução das complexidades e incertezas através da promoção da troca de informação (comunicação); desenvolvimento de procedimentos e regras de interação; troca de papéis; incentivo à auto-organização.

De acordo com os autores, embora uma visão superficial pareça favorecer os arranjos multiorganizacionais como modelos de atuação democrática nas alianças entre poderes público e privado, certas complicações podem surgir como consequência destas parcerias e não há nenhuma garantia de que haverá equilíbrio entre responsabilidades, poder decisório ou direito de alocação sobre os recursos disponibilizados.

Recentemente, temas e abordagens relevantes para análise de redes de organizações tem enfatizado a falta de dados empíricos sobre fatores de surgimento das redes, configuração das macroculturas das redes, papel da interação dos mecanismos sociais na gestão de redes, relações entre tamanho e produtividade e exercício do poder e equilíbrio de interesses divergentes.

1.4 Material e Métodos

Para a análise cienciométrica, interpretação e sintetização das informações disponíveis sobre o tema, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com uma margem temporal de dez anos (2007 a 2017), em função da necessidade de uma melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto. Esse recorte temporal explica-se devido às primeiras experiências com tanques rede em hidrelétricas no Brasil terem se iniciado no ano de 2006 em Itaipu, tendo os primeiros resultados dessas pesquisas sido publicados a partir do ano de 2007.

As buscas foram concentradas em artigos científicos que versavam sobre implantação de tanques-rede em reservatórios, sobre produção de pescados em tanques-rede em áreas de reservatórios e ou parques aquícolas e sobre pesca e pescadores em áreas de reservatórios.

Foram incluídas para a busca sistemática de descritores as bases de dados das seguintes plataformas científicas: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Science Direct Elsevier, Web of Science e Scopus, utilizando o Mendeley e o Endnote como gerenciadores dos artigos levantados.

A formulação da busca se adequou aos recursos de pesquisa de cada base de dados selecionada. Procurando refinar melhor o resultado da busca, foram utilizados os operadores booleanos “OR”, “AND”, e “NOT”, permitindo a criação de pesquisas com a combinação de conceitos e sempre utilizando a opção de pesquisa avançada. As dez palavras-chave e as combinações definidas que orientaram as buscas das pesquisas sobre implantação de tanques-rede em reservatórios, sobre produção de pescados em tanques-rede em áreas de reservatórios e ou parques aquícolas são mostradas a seguir na Tabela 1.1.

Tabela 1.1. Palavras chaves sobre tanques redes e produção utilizadas nas quatro bases de dados.

<i>Nº</i>	<i>Keywords</i>
01	fish cage AND reservoir
02	fish cage AND dam
03	fish cage AND hydroelectric
04	fish culture AND reservoir
05	fish culture AND dam
06	fish culture AND hydroelectric
07	aquaculture AND reservoir
08	aquaculture AND dam
09	aquaculture AND hydroelectric
10	cage fish farming

Fonte: Elaboração própria.

Os artigos foram agrupados nas seguintes categorias por foco: sistemas de produção de peixe em tanques rede (sanidade, nutrição e manejo); impacto ambiental - aqueles que discutem qualquer tipo de impacto ambiental derivado da produção de peixe em tanques-rede; técnicas - aquelas relacionadas a técnicas e equipamentos para cultivo de peixes em tanques rede ; e outros - aqueles sobre tópicos que não se encaixavam em nenhuma outra categoria e que cada um tinha um pequeno número de artigos científicos (por exemplo, descrição de novas espécies registradas em estudos sobre tanques rede, gestão financeira da atividade, assistência técnica e capacitação de mão de obra e etc). No entanto, a categoria “outros” não foi utilizada nas análises.

Para que se alcance uma gestão apropriada da pesca em reservatórios, é de extrema importância que se tenha conhecimento dos aspectos socioeconômicos e tecnológicos que norteiam a atividade. O que contribuiria de forma significativa para a melhor compreensão da atividade seriam o monitoramento contínuo dos dados de pesca, a identificação dos locais de pesca, apetrechos de pesca utilizados e as características das comunidades pesqueiras envolvidas (MARUYAMA et al., 2010).

Para as atividades pesqueiras e ou de pesca, pesca artesanal e pescadores em áreas de reservatórios e hidrelétricas as oito palavras chaves que orientaram as buscas nas plataformas de pesquisas são descritas a seguir na Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Palavras chaves utilizadas sobre pesca em reservatórios nas quatro bases de dados.

Nº	<i>Keywords</i>
01	Fisher AND reservoir
02	fisher AND dam
03	fisher AND hydroelectric
04	fisher AND impoundment
05	fish harvest AND reservoir
06	fish harvest AND dam
07	fish harvest AND hydroelectric
08	fish harvest AND impoundment

Fonte: Elaboração própria.

Os artigos sobre pesca em reservatórios foram agrupados nas seguintes categorias por foco: descrição e caracterização da atividade de pesca; avaliação da composição específica das capturas, rendimento, produtividade e comercialização dos recursos pesqueiros em termos quali-quantitativos e outros - aqueles sobre tópicos que não se encaixavam em

nenhuma outra categoria e que cada um tinha um pequeno número de artigos científicos (por exemplo, etnoconhecimento, esforço de captura, conservação de espécies, levantamentos de perfil socio econômico e etc). No entanto, a categoria “outros” não foi utilizada nas análises.

A busca e seleção dos artigos foi realizada por meio da leitura do título e da ocorrência de pelo menos uma das combinações de palavras-chaves no título, em seguida, o procedimento foi repetido dentre os artigos selecionados com base na leitura do *abstract* e sua relação com o tema tratado. Os critérios de classificação definidos para a seleção dos artigos foram: estar relacionado com o tema, tratar de atividade de produção em tanques rede e ou de pesca em ambiente de água doce e a área de estudo incluir obrigatoriamente um reservatório de usina hidrelétrica.

As informações sobre os artigos selecionados foram sistematizadas em planilhas eletrônicas, sendo os dados utilizados para elaboração das tabelas e gráficos, permitindo uma melhor interpretação quantitativa e qualitativa do trabalho.

Neste trabalho, para análise de redes sociais e em busca de identificar os principais problemas e desafios enfrentados para ocupação regular da atividade aquícola, optamos por entrevistar os principais decisores e instituições envolvidas no processo de implantação, operacionalização, funcionamento e monitoramento do parque aquícola e da aquicultura na UHE Lajeado, bem como os piscicultores (em sua maioria também pescadores artesanais e ou profissionais) em atividade contemplados nos processos de licitação do Parque Aquícola. Esta escolha se deu baseada em dois fatores: 1) A diferenciação dos produtos finais das duas classes de pescadores, uma vez que o produto final da atividade de pesca da classe profissional é o peixe que irá abastecer os mercados locais e regionais, enquanto que o pescador amador tem como produto final de sua atividade de pesca o consumo interno de sua família (CATELLA, 2003). 2) Uma vez que a pesca profissional tem como caráter a efetivação da atividade econômica, o pescador profissional detêm, por necessidade de sua profissão, uma maior necessidade de renda e de conhecer os processos que integram a tentativa de transforma-los em piscicultores (MORAIS, 2006; IGNÊZ, 2008).

A obtenção de dados e a construção dos elos relacionais existentes entre os agentes decisores, instituições governamentais e privadas, dos piscicultores e dos pescadores, também chamados de atores nesta ARS, foi realizada através do método Bola de Neve (Snow Ball Sampling) (BERNARD, 2006), baseado em entrevistas semi-estruturadas, como propostas por Viertler (1988). As entrevistas foram conduzidas entre os anos de 2016 e 2017. Os levantamentos de dados com foco nos relacionamentos entre os atores utilizaram escalas de medidas binárias, o que difere das escalas tradicionais de pesquisa convencionais por ser

um tipo de medida específica que mensura se a relação existe (1) ou se a relação não existe (0).

Será feita a representação gráfica e análise da rede de interações entre os atores, porém para termos análises mais detalhadas das características da rede e de cada uma de suas componentes, teremos que recorrer a análise dos indicadores de rede. Os tipos de indicadores analisados serão o grau de centralidade (número de atores com os quais um ator está diretamente relacionado), intermediação (possibilidade de um ator intermediar a comunicação entre os pares) e proximidade (capacidade de um ator alcançar todos os nós da rede).

Os dados obtidos foram tabulados com o uso do software Microsoft Excell 2007. Convencionamos o uso de redes sociais para interpretar a distribuição do conhecimento acerca dos processos de transformação da atividade de pesca para a atividade de piscicultura e dos fatores que as envolvem e para construção e análise de redes sociais oriundas das entrevistas, utilizamos o software Ucinet 6.0. (BORGATTI et al., 2002).

1.5 Resultados e Discussão

1.5.1 Análise Cienciométrica

Durante os 10 anos cobertos pela pesquisa (2007–2017), houve aumento no número de artigos e publicações sobre o assunto sendo que aproximadamente 1078 estudos investigaram o uso de tanques-rede na piscicultura em reservatórios, e 3628 estudos investigaram a pesca em reservatórios de hidrelétricas. A busca nas bases Scopus e Web of Science e as combinações das palavras chaves “*aquaculture AND reservoir*” e “*aquaculture AND dam*” resultaram nos maiores quantitativos de artigos sobre tanques rede (Tabela 1.3). Já as combinações das palavras chaves “*fisher AND reservoir*” e “*fisher AND dam*” resultaram nos maiores quantitativos de artigos sobre pesca em reservatórios (Tabela 1.4).

Tabela 1.3: Quantidade de artigos encontrados sobre tanques rede em reservatórios, a partir da leitura dos títulos e palavras-chaves.

Item	Palavras de busca	Scopus Encontrados	Web of science Encontrados
1	"Fish cage" AND reservoir	18	14
2	"Fish cage" AND dam	4	3
3	"Fish cage" AND hydroelectric	1	1
4	"Fish culture" AND reservoir	115	78
5	"Fish culture" AND dam	51	47
6	"Fish culture" AND hydroelectric	6	3
7	aquaculture AND reservoir	520	378
8	aquaculture AND dam	263	225
9	aquaculture AND hydroelectric	64	67

10	"cage fish farming"	36	19
Total		1.078	835

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1.4: Quantidade de artigos encontrados sobre pesca em reservatórios, a partir da leitura dos títulos e palavras-chaves.

Item	Palavras de busca	Quantidade de artigos encontrados	
		Scopus Encontrados	Web of science Encontrados
1	fisher* AND reservoir	1.488	1.212
2	fisher* AND dam	1.233	834
3	fisher* AND hydroelectric	463	179
4	fisher* AND impoundment	265	221
5	fish harvest AND reservoir	69	204
6	fish harvest AND dam	82	143
7	fish harvest AND hydroelectric	15	15
8	fish harvest AND impoundment	13	35
Total por coluna		3.628	2.843

Os trabalhos analisados mostraram que a produção de conhecimento relacionada à aquicultura e à pesca em reservatórios está indexada e é de caráter interdisciplinar, envolvendo diferentes áreas de formação, sendo que a maioria dos estudos foram publicados em inglês.

O principal foco de discussão dos artigos científicos relacionados a aquicultura foram os sistemas de produção de peixes em tanques rede com um total de 42,85% das publicações. O segundo tema mais discutido foi o impacto ambiental, com 36,97% dos artigos publicados, e o terceiro cobriu aspectos técnicos, com 12,18%.

O grande número de publicações relacionadas à produção de peixes em reservatórios está relacionado a uma tendência de aumento da piscicultura visando melhorar a segurança alimentar global e aumentar a renda dos agricultores, garantindo a preservação dos estoques naturais de peixes, mantendo a biodiversidade. Nos artigos com esse enfoque, as questões mais discutidas foram as relacionadas à nutrição, crescimento, sobrevivência, reprodução e mortalidade dos peixes. O impacto ambiental foi outro enfoque que foi enfatizado na análise cienciométrica, considerando os efeitos do processo de instalação e execução de produção em tanques rede sobre o funcionamento e a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos. De fato, os produtos residuais dessa atividade resultam na degradação do ambiente. Tudo o que não é consumido ou assimilado, assim como outros produtos de excreção de animais cultivados, contribui para a eutrofização ambiental (Agostinho et al., 2007).

Fica claro com a análise desses resultados que há uma imensa lacuna de estudos e dados referentes às questões econômicas, de governança das cadeias produtivas, de políticas públicas e sociais que devem ser melhor estudadas no que tange a produção de peixes em tanques rede nos reservatórios.

O foco principal dos artigos relacionados a pesca em reservatórios foi a descrição e caracterização da atividade de pesca com cerca de 62% das ocorrências, seguida da avaliação da composição específica das capturas, produtividade e comercialização dos recursos pesqueiros com 35% , ficando outros assuntos com apenas 3% das ocorrências. Fato este que não privilegia com estudos científicos as questões sociais da pesca e nem tampouco as políticas públicas envolvidas no setor, deixando lacunas no conhecimento, principalmente quando se trata de ações de mitigação de empreendimentos hidrelétricos onde se tentam transformar o pescador em piscicultor inserindo-os na economia de mercado através do incentivo a atividade.

Na dimensão social, segundo Costa (2006), a situação torna-se mais complexa, considerando o significativo universo de pescadores artesanais que vivem desta atividade extrativista sustentada pelos escassos recursos pesqueiros naturais. Ainda segundo o autor estima-se que no Brasil cerca de 2 milhões de pessoas vivam direta ou indiretamente da pesca artesanal, com 600 colônias de pescadores registradas no território nacional. Estes cidadãos vivem toda sorte de pressão social, como construções de grandes usinas hidroelétricas que implica em realocação fundiária, desestruturação social e marginalização (CARVALHO, 2009).

A mudança contínua e gradativa do extrativismo pesqueiro para a aquicultura, em suas várias facetas, é uma das grandes tarefas para os gestores das políticas públicas uma vez que gera incongruências entre o conhecimento tradicional e o técnico-econômico, tornando difícil a conciliação entre as práticas e os saberes locais e as práticas de mercado, até porque não há instrumentos que mensurem a eficácia social da implantação dos parques aquícolas.

De acordo com os resultados obtidos nas análises cienciométricas deste estudo, uma reflexão possível é que as políticas públicas de avanço da atividade aquícola sobre a pesca crie a necessidade de articulação de conhecimentos, fazendo com que desponham deste processo atores sociais que atuem como intermediadores e facilitadores de novas práticas econômicas e novos comportamentos, propiciando a gestão continuada da atividade após a fase de implantação acontecer.

1.5.2 Análise de redes sociais

A análise de redes sociais propicia o conhecimento das interações entre qualquer classe de indivíduos e devido as suas características próprias nos permite ordenar estas interações e informações de modo que as mesmas possam ser representadas em um gráfico ou rede e sua estrutura possa ser analisada através de indicadores, dependendo dos resultados pretendidos.

Neste estudo de análise de redes sociais a rede de interações foi construída a partir de informações coletadas de 15 atores principais, entre agentes públicos e privados, indicados pelos associados da Associação Bom Peixe, envolvidos e ou participantes das atividades de planejamento, implantação, operacionalização e funcionamento e produção piscícola do Parque Aquícola Sucupira.

Esse grupo de indivíduos analisado, de forma agrupada ou individual, se relacionam uns com os outros, com um fim específico, caracterizando-se pela existência de nós (atores), vínculos (relações representadas pelas linhas) e fluxos de informação (direção do vínculo, uni ou bidirecional) conforme pode ser visto na Figura 1.1.

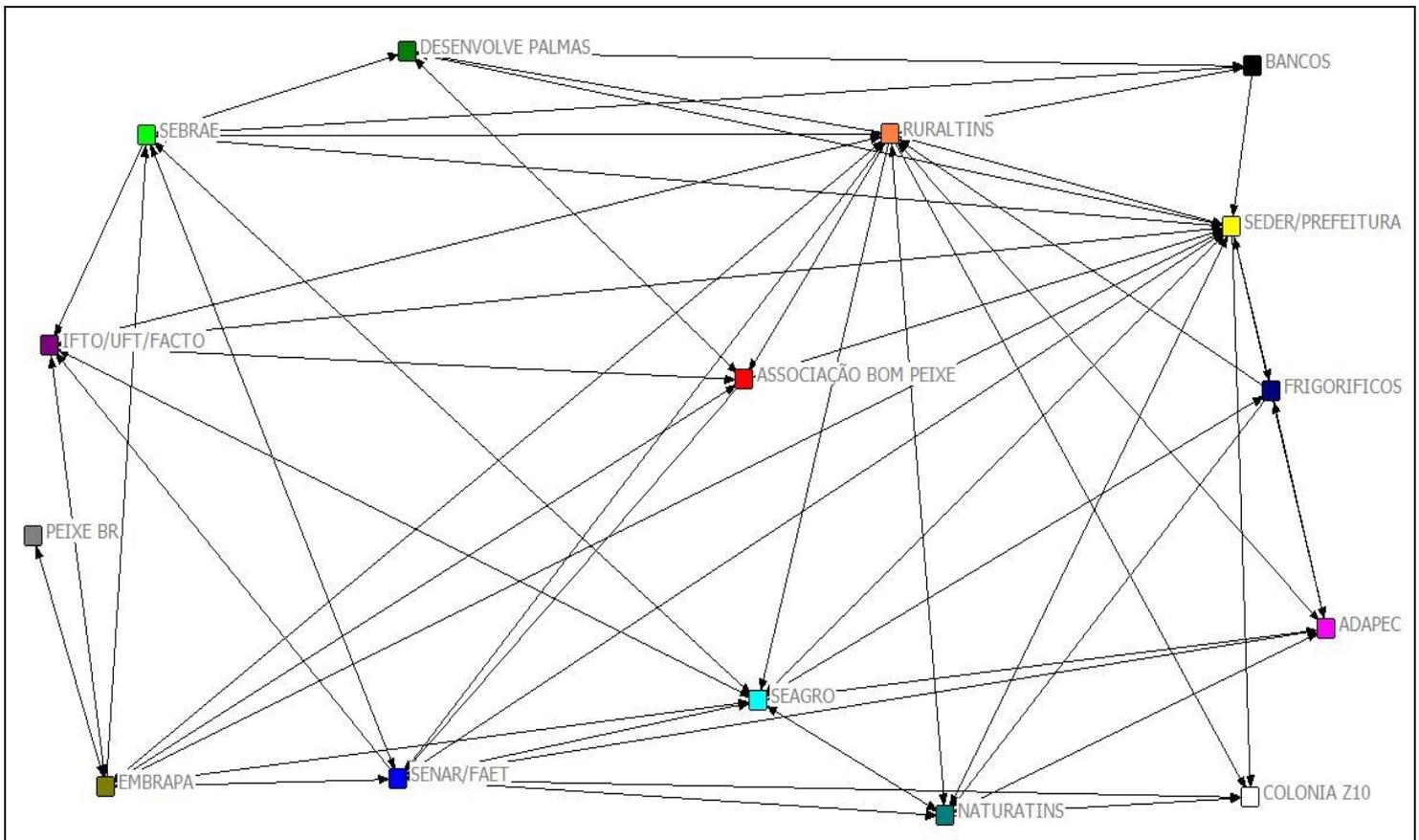


Figura 1.1: Rede de Interações do Parque Aquícola Sucupira (Fonte: elaboração própria).

Começaremos as discussões dos resultados pela análise dos nós, ou atores

envolvidos nesta rede social. Participam 15 atores principais correlacionados com o funcionamento e com o processo produtivo de peixes no Parque Aquícola Sucupira, podemos agrupá-los por blocos de acordo com o entendimento dos piscicultores da Associação Bom Peixe em: órgãos e instituições de fomento e crédito financeiro (bancos públicos e privados e Desenvolve Palmas), órgãos e instituições de ensino, pesquisa, extensão e capacitação rural (UFT, IFTO, FACTO, Embrapa, SENAR e FAET), órgãos e instituições de fomento, extensão e assistência técnica rural (SEAGRO, Ruraltins, SEDER e SEBRAE), órgãos e instituições de normatização e fiscalização da atividade piscícola (Naturatins e Adapec) e órgãos e instituições voltadas a pesca, produção, processamento e comercialização de peixes (Associação Bom Peixe, Colônia de Pescadores Z10, Peixe BR e Frigoríficos). A divisão da rede em blocos facilita a análise de seus elementos principais, nós, vínculos e fluxos.

A análise visual dos vínculos demonstra que há interações entre todos os intervenientes, porém apesar desta rede ter um objetivo comum o nível de interações é muito diverso e desigual e demonstra claramente que os reais envolvidos de fato no processo produtivo e de processamento e comercialização de pescado encontram-se a margem desta, bem como os órgãos e instituições de fomento e crédito financeiro que pouco se relacionam com os agentes foco do estudo. As maiores interações foram notadas entre os diversos órgãos públicos de ensino, pesquisa, capacitação e extensão rural, que normalmente elaboram as políticas e ações públicas que não tem sido efetivas e acabam não alcançando os objetivos propostos e os resultados esperados, gerando ineficiência dos processos produtivos e insatisfação de seus beneficiários.

Quanto ao fluxo, não houve nenhum nó solto na rede, o que indicaria a ausência de vínculo, porém nota-se mais uma vez que os atores envolvidos no processo de produção, processamento e comercialização, juntamente como os agentes financeiros foram os que mais tiveram fluxos de sentido unidirecional demonstrando baixa interação.

Partindo da análise visual da rede de interações para análise quantitativa, utilizaremos o grau de centralidade, que é expresso pelo número de atores aos quais um ator está diretamente ligado. Este divide-se em grau de saída que é a soma das interações que os atores têm com os outros e grau de entrada, que é a soma das interações que os outros nós tem com o ator. O grau de saída normalizado e o grau de entrada normalizado são a representação percentual dos referidos graus, conforme os resultados de centralidade para cada ator (Tabela 1.5).

Tabela 1.5: Resultados de centralidade para cada ator.

ID	Grau de Saída	Grau de Entrada	Grau de Saída Normalizado	Grau de Entrada Normalizado
EMBRAPA	8.000	5.000	57,11	35,70
RURALTINS	12.000	9.000	85,77	64,30
NATURATINS	5.000	6.000	35,70	42,90
SEAGRO	8.000	9.000	57,10	64,30
ADAPEC	6.000	5.000	42,90	35,70
SENAR/FAET	7.000	7.000	50,00	50,00
SEBRAE	7.000	7.000	50,00	50,00
SEDER/PREFEITURA	10.000	11.000	71,40	78,60
DESENVOLVE PALMAS	3.000	5.000	21,40	35,70
PEIXE BR	1.000	1.000	0,71	0,71
ASSOCIAÇÃO BOM PEIXE	5.000	5.000	35,70	35,70
COLONIA Z10	0.000	4.000	0.000	2,86
IFTO/UFT/FACTO	5.000	6.000	35,70	42,90
BANCOS	4.000	3.000	28,6	21,40
FRIGORIFICOS	5.000	3.000	35,70	21,40

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 1.5 mostra que os órgãos públicos municipais voltados a extensão rural, por ordem de interações, Ruraltins e SEDER/Prefeitura são os de maior grau de centralidade, seguidos pelos órgãos estaduais de promoção, fomento e normatização do agronegócio SEAGRO, FAET, ADAPEC e Naturatins, o que demonstra sua importância no processo produtivo e também sua facilidade de acesso as informações e serviços.

As instituições e órgãos federais como EMBRAPA, IFTO, UFT e SEBRAE tiveram graus de centralidade medianos, em torno de 50%, correlacionando-se com em média 6 dos 15 atores descritos, demonstrando que as esferas federais, na visão dos piscicultores da Associação Bom Peixe tem impacto menor na cadeia produtiva em questão.

As representações de pescadores e piscicultores, Colonia Z10 e Associação Bom Peixe, apresentaram baixo grau de centralidade, demonstrando que quem deveria ser o foco das discussões e das ações e políticas públicas de fomento a atividade por vezes fica a margem do processo. Fato este que explica o insucesso governamental de aumentar a produção de peixes e das políticas públicas de fomento a produção em tanques redes em reservatórios, bem como na tentativa de transformar o pescador artesanal e piscicultor.

Os menores graus de centralidade foram os dos bancos e dos frigoríficos, deixando claro a ineficiência e o risco da produção de pescado no Parque Aquícola Sucupira, uma vez que não há crédito para investimentos e custeio da atividade e nem tampouco abate, processamento e comercialização da produção.

O grau de intermediação considera a importância de um ator através do “controle da comunicação” e interpreta-se como a possibilidade que um nó tem para intermediar as

comunicações entre pares de nós. O grau de intermediação normalizado nos indica o grau de intermediação em porcentagem.

A análise do grau de intermediação nos traz resultados bem diversos do grau de centralidade, demonstrando que os órgãos ou instituições que estão diretamente atuando no dia a dia da produção e junto (*in loco*) aos membros da Associação Bom Peixe, como o Ruraltins, EMBRAPA e SEDER, tiveram maior grau de intermediação (Tabela 1.6).

Tabela 1.6: Resultados do grau de intermediação para cada ator.

ID	Grau de Intermediação	Grau de Intermediação Normalizado
RURALTINS	29.602	16.265
EMBRAPA	26.658	14.647
SEDER/PREFEITURA	25.129	13.807
SEAGRO	14.775	8.118
SEBRAE	10.420	5.725
ASSOCIAÇÃO BOM PEIXE	6.186	3.399
SENAR/FAET	5.527	3.037
IFTO/UFT/FACTO	2.875	1.580
DESENVOLVE PALMAS	2.167	1.190
BANCOS	1.952	1.073
NATURATINS	1.292	0.710
ADAPEC	1.292	0.710
FRIGORIFICOS	0.125	0.069
PEIXE BR	0.000	0.000
COLONIA Z10	0.000	0.000

Fonte: Elaboração própria.

Quanto mais alto o grau de intermediação maior a importância do ator na rede uma vez que este detém o poder, a velocidade e a versatilidade da comunicação.

As demais instituições, que não acompanham diretamente o processo produtivo tiveram grau de intermediação menor e os pescadores da Colonia Z10, Frigoríficos e a Peixe BR tiveram grau de intermediação insignificante ou zero.

O grau de proximidade retrata a capacidade de um nó se ligar a todos os atores da rede, um grau de proximidade baixo indica que o ator não se encontra bem posicionado dentro da sua rede. Os graus de proximidade têm resultados próximos aos do grau de intermediação. A tabela 1.7 apresenta os graus de proximidade dos atores do Parque Aquícola Sucupira.

Tabela 1.7: Resultados do grau de proximidade para cada ator

ID	Grau de Proximidade (%)
SEDER/PREFEITURA	73,70
RURALTINS	66,70
SEAGRO	66,70
SENAR/FAET	60,90
SEBRAE	60,90
IFTO/UFT/FACTO	58,30
EMBRAPA	56,00
ASSOCIAÇÃO BOM PEIXE	56,00
NATURATINS	53,80
DESENVOLVE PALMAS	53,80
COLONIA Z10	53,80
ADAPEC	51,90
BANCOS	50,00
FRIGORIFICOS	48,30
PEIXE BR	37,80

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a tabela pode-se mais uma vez notar que o público alvo do estudo tem posição intermediária no processo, tendo um grau de proximidade mediana com os demais atores e que as instituições públicas federais, estaduais e municipais que deveriam ser coadjuvantes no processo aparecem com os maiores graus de centralidade. Os agentes financeiros estão nas últimas posições da tabela mostrando ao invés da proximidade o seu distanciamento em relação a esta tentativa de estruturação de uma cadeia produtiva, sem investimento e sem custeio não existe produção.

Se por um lado não há produção de peixes ou a produção é ainda ineficiente por outro também notamos o baixo grau de centralidade dos frigoríficos que são peça fundamental como empresas âncora do processo produtivo.

A última colocação da tabela de proximidade coube a Peixe BR, Associação Brasileira da Piscicultura que valoriza, fomenta e defende a cadeia da produção de peixes cultivados no Brasil, porém que tem proximidade muito baixa quando comparada aos demais atores analisados neste projeto.

1.6 Considerações Finais

Os artigos analisados mostraram que a produção de conhecimento relacionado a produção de peixes em tanques rede e sobre a pesca artesanal em reservatórios está indexada e é de caráter multidisciplinar. A maioria dos artigos foi publicado em língua inglesa e

foram encontrados nas bases bibliográficas Scopus e Web of Science.

Na sua quase totalidade os artigos publicados possuem caráter tecnicista e produtivista, pouco considerando os fatores ambientais e socioeconômicos, nem tampouco as políticas públicas de implantação, manutenção, desenvolvimento e fomento às atividades piscícolas e ou pesqueiras. Isso de certa forma explica o insucesso e insatisfação com a atividade de produção em tanques redes pelos piscicultores da Associação Bom Peixe, bem como a ineficiência da política pública de transformar o pescador artesanal em empreendedor.

A análise de rede social do Parque Aquícola Sucupira deixa claro que há interligação entre todos os atores, porém o protagonismo dessa rede está dominado por instituições públicas, principalmente da esfera municipal, seguidas das esferas estaduais e federais.

O processo de comunicação entre os diversos atores institucionais é de caráter bidirecional, enquanto que entre os piscicultores e pescadores na maioria das vezes é de caráter unidirecional, tornando-os apenas sujeitos das ações.

As instituições financeiras e de fomento ao crédito, bem como os frigoríficos, foram as que obtiveram menores graus de centralidade, intermediação e proximidade, demonstrando a inviabilidade da cadeia produtiva que se tenta instalar no Parque Aquícola Sucupira. Em decorrência desse distanciamento, apesar do incentivo dos agentes públicos, o produtor não terá primeiro o acesso ao crédito para investimento ou custeio da atividade. Assim, o primeiro elo da cadeia produtiva se rompe, e sem produção não há comercialização e abate, não havendo remuneração dos atores. Fica claro então, que a atividade é insustentável do ponto de vista econômico e falta uma compreensão mais profunda o papel dos atores, e conseqüentemente demonstra a falta de planejamento para a instalação do parque aquícola.

CAPÍTULO 2

2. Avaliação do Índice de Estado Trófico como Ferramenta para Monitoramento de Atividades Aquícolas em Reservatórios Continentais

2.1 Resumo

A aquicultura é a atividade que mais cresce dentre os setores de produção de alimentos, porém, se executada inadequadamente, pode causar a deterioração da qualidade da água. O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização do Índice de Estado Trófico (IET) como ferramenta de monitoramento de atividades aquícolas, especificamente do Parque Aquícola Sucupira, área de cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório do Lajeado em Palmas/TO. O monitoramento foi realizado entre janeiro e agosto de 2017, envolvendo a coleta de amostras para análises dos parâmetros de fósforo total e clorofila-a. Paralelamente, houve coleta de dados de temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, pH e sólidos totais dissolvidos. As variáveis limnológicas (temperatura, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e sólidos totais dissolvidos), com exceção do fósforo total, apesar das pequenas variações de oxigênio e sólidos totais, estão de acordo com as recomendações da Resolução CONAMA 357/05. Os dados obtidos permitem concluir que a área aquícola apresentou predominância de estado trófico supereutrófico e que o estado trófico do reservatório nas proximidades dos tanques-rede sofre forte influência externa de atividades antrópicas, principalmente no período chuvoso. No período da seca, por não haver a diluição de nutrientes devido à escassez de chuvas, ocorre aumento na concentração de fósforo na água, levando a um estado hipereutrófico. O resultado se deve ao fato do lago apresentar naturalmente altos índices de fósforo, portanto, não é possível afirmar que a aquicultura seja uma atividade impactante, sendo necessária a adoção de um programa de monitoramento com uma malha amostral mais abrangente em futuros estudos.

Palavras-chave: Aquicultura, reservatórios, tanque-rede.

2.2 Introdução

A aquicultura é o segmento de produção animal que mais cresce no mundo (FAO, 2016), e este crescimento tem sido atribuído ao aumento do consumo de proteína animal pela população humana que em 2017 já ultrapassou 7,6 bilhões de pessoas, e à diminuição crescente dos estoques pesqueiros nos ambientes naturais.

Segundo Bueno et al. (2011), a aquicultura nacional encontra-se em franca expansão, apresentando grande potencial de mercado, ocupação e renda, dada a queda observada na produção

do pescado do extrativismo. Entretanto, o grande volume de tanques-rede que vêm sendo instalados em reservatórios continentais brasileiros tem trazido impactos na qualidade das águas, resultantes da sobra de ração utilizada nos cultivos e da excreção de nutrientes pelos peixes, causando a eutrofização das águas e a conseqüente proliferação de algas e macrófitas no corpo hídrico. Estes impactos prejudicam não somente outros usuários de águas, como também outros cultivos em áreas próximas (MATOS et al., 2016).

Nesse contexto, a adoção de planos de manejo e monitoramento é fundamental para minimizar os riscos e otimizar a produção aquícola. Sorbello (2008) afirma que o programa de monitoramento é uma parte integrante e essencial do procedimento que assegura que as alterações ambientais oriundas das atividades de aquicultura estejam em níveis aceitáveis e pré-determinados. Os programas de monitoramento são essenciais, entre outros motivos, para permitir eventuais expansões das atividades produtivas em curso, e para garantir que novos desenvolvimentos não impactem negativamente o meio ambiente; por isso o monitoramento deve fornecer informações de base para a tomada de decisões.

Para corpos d'água de classe 2, os parâmetros de qualidade de água devem ser avaliados com base na Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais. No entanto, a quantidade de parâmetros é alta, o que praticamente inviabiliza a prática do monitoramento de todos os parâmetros por parte dos produtores.

Nesse contexto, o conhecimento das condições de trofia dos ambientes aquáticos, a partir de limites calculados por indicadores correlacionados ao favorecimento da eutrofização, podem ser ferramentas simples e acessíveis ao produtor na realização de programas de monitoramento. Um exemplo é o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET), que tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes (CETESB, 2009a).

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na região do Parque Aquícola Sucupira, localizado no reservatório do Lajeado a 15 km da cidade de Palmas – TO, cujas coordenadas estão descritas na Tabela 2.1. Os produtores do Parque Aquícola Sucupira exercem a atividade de piscicultura intensiva em sistema de tanques-rede. O reservatório de Lajeado ocupa área de 630 km² de lâmina de água, representando 0,23 % da área do estado do Tocantins e foi construído basicamente para geração

energética, mas, também tem sido utilizado para irrigação, pesca, piscicultura, turismo e lazer. A cheia do reservatório ocorreu em 2001 e conta com vazão média de 2.547,99 m³/s.

Tabela 2.1: Coordenadas Geográficas dos pontos de amostragens, Reservatório de Lajeado, Palmas, Tocantins, Brasil.

Ponto	Longitude	Latitude
A1	-10,086566	-48,373270
A2	-10,086566	-48,371020
A3	-10,086566	-48,368770
A4	-10,088816	-48,373270
A5	-10,088816	-48,371020
A6	-10,088816	-48,368770
A7	-10,091066	-48,373270
A8	-10,091066	-48,371020
A9	-10,091066	-48,368770
A10	-10,094148	-48,372102

Fonte: Elaboração própria.

2.3.2 Coleta de dados

No intuito de se mensurar o grau de trofia do ambiente, levando em conta o aporte de nutrientes liberados pela atividade aquícola, foi determinada uma malha amostral de pontos equidistantes, conforme mostra o desenho esquemático da Figura 2.1. Foram determinados 10 pontos amostrais, abrangendo toda a área de produção do Parque Aquícola Sucupira, sendo que um dos pontos foi localizado fora da área de influência, representando o ponto controle.

Foram realizadas oito campanhas mensais de coleta de água nos pontos determinados, durante o período de janeiro a agosto de 2017. As amostras de água foram coletadas na lâmina superficial (30 cm), com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn. Após a coleta, a água foi armazenada em frascos de polietileno de 1L, refrigerada a 4°C e protegida da luz. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o laboratório de Saneamento Ambiental, da Faculdade Católica do Tocantins e do Instituto Federal do Tocantins para análise das concentrações de fósforo total (μgL^{-1}) e clorofila-a (μgL^{-1}).

Os parâmetros temperatura (°C), pH, condutividade ($\text{MS}\cdot\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), sólidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e turbidez (NTU) foram analisados *in loco* mediante o uso de medidor multiparâmetros Horiba U-52G.

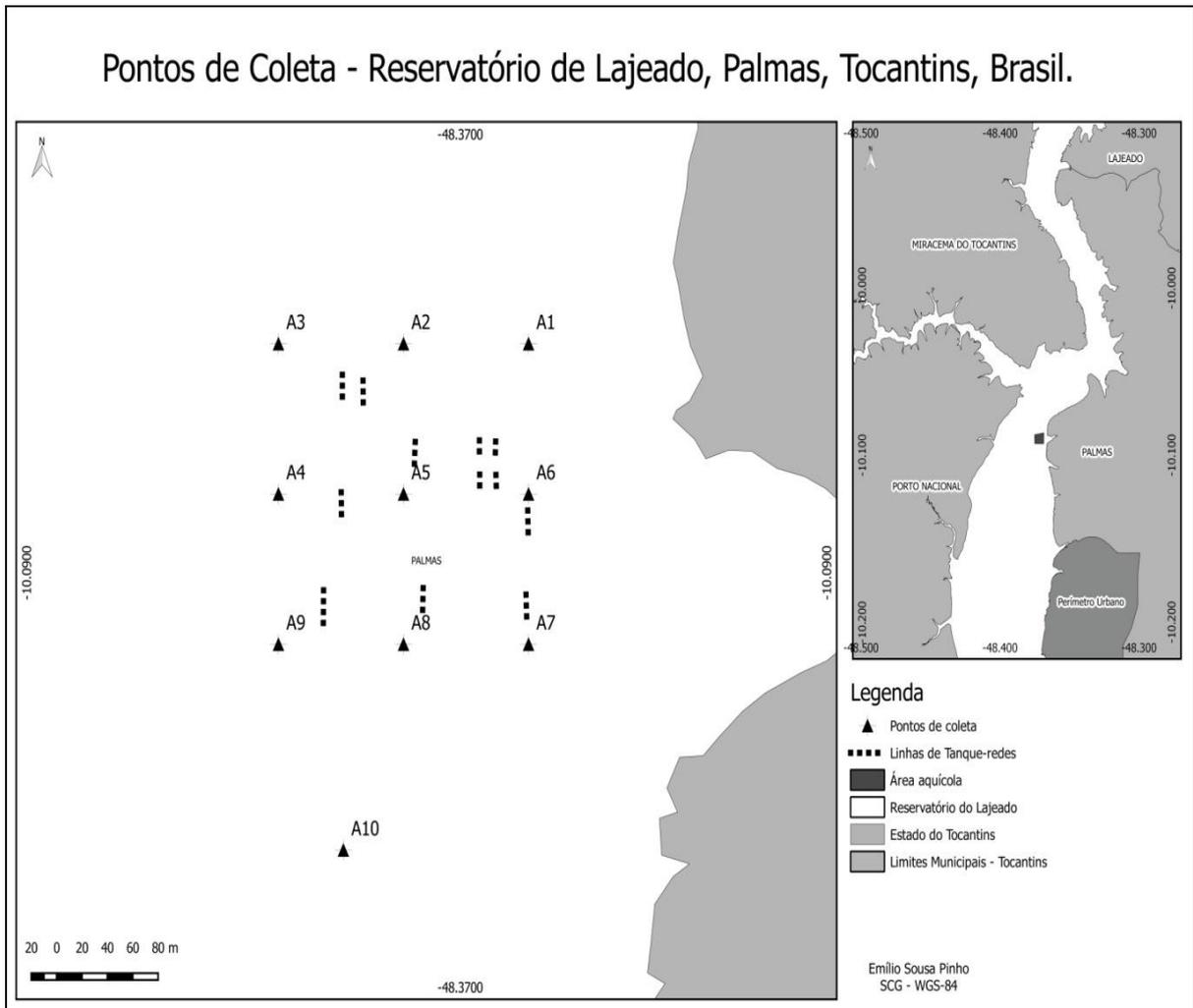


Figura 2.1: Pontos de coleta (A1 a A10) com as coordenadas em WGS-84; Reservatório de Lajeado, Palmas-TO. Fonte: Elaboração própria.

2.3.3 Análises

2.3.3.1 Determinação da concentração da clorofila-a

Para análise da clorofila-a 0,5 L da amostra de água coletada foi filtrada com auxílio de membranas de fibra de vidro de 0,45 μm . Posteriormente a extração das clorofilas foi realizada em meio contendo acetona (90%) gelada, seguido de maceração com auxílio de um bastão de vidro. O macerado obtido foi centrifugado à 4000 rpm por 10 minutos e armazenado em ambiente refrigerado a 4°C por 24 h para posterior análise. A quantificação da clorofila-a foi obtida a partir da leitura do sobrenadante com o auxílio de espectrofotômetro utilizando comprimento de ondas de 664 nm, 665 nm e 750 nm de acordo Standard Methods (1998). Os valores das concentrações de clorofila-a foram obtidos por meio da seguinte equação 01:

$$Cla \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{26,7 \times [644_b - 665_a] \times V1}{V2 \times L} \quad (01)$$

Onde:

664_b: subtração da absorvância obtida em $\lambda = 664nm$ e $\lambda = 750nm$

665_a: subtração da absorvância obtida em $\lambda = 665nm$ e $\lambda = 750nm$ (densidade óptica após a acidificação);

V1: Volume do extrato de acetona (mL);

V2: Volume filtrado da amostra (L);

L: Caminho ótico da cubeta.

2.3.3.2 Determinação da concentração do fósforo total

A quantificação do fósforo total foi realizada por meio da digestão alcalina utilizando 0,210 mg.L⁻¹ de Persulfato de Potássio 0,210 mg.L⁻¹ em autoclave à 125°C por 25 minutos para determinação de todas as formas de fósforos presentes. Posteriormente, a quantificação do fósforo total a partir do método do ácido ascórbico com concentração 17,6 g.L⁻¹. As leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a um comprimento de onda 880 nm. A determinação da concentração de fósforo total foi realizada por meio de curva de calibração, obtida pela correlação de concentrações padrões e os resultados de leituras, no qual o resultado da equação da reta terá uma soma dos quadrados obtida na curva de calibração para fósforo total (MURPHY; RILEY, 1962; APHA, 1998).

2.3.3.3 Índice de estado trófico (IET)

O IET foi calculado com base na média aritmética da concentração das variáveis, clorofila-a e fósforo total, analisadas nos 10 pontos amostrais.

Conforme Alves et al. (2012), o Índice do Estado Trófico (IET) é composto por dois outros Índices: Índice de Estado Trófico para o Fósforo e o Índice de Estado Trófico para a clorofila-a, usados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes idênticos.

Para a determinação do IET, conforme Lamparelli (2004) utilizam-se as seguintes equações:

$$IET_L(Cla) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{0,92 - 0,34(\ln(Cla))}{\ln 2} \right) \right) \quad (02)$$

$$IET_L(PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1,77 - 0,42(\ln(PT))}{\ln 2} \right) \right) \quad (03)$$

$$IET_L = \frac{IET(PT) + IET(Cla)}{2} \quad (04)$$

Onde:

IET_L : Índice de Estado Trófico por Lamparelli (2004);

PT: concentração de fósforo total medida na superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$

CL: concentração de clorofila total medida na superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$

Ln: logaritmo.

Os valores decimais nas fórmulas são constantes delineadas a partir de experimentos de Lamparelli (2004), a partir de correlações logarítmicas.

2.4 Resultados e Discussão

2.4.1 Variação dos parâmetros de temperatura

A Figura 2.2 demonstra o perfil de variação dos parâmetros de temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos no período de janeiro a agosto de 2017.

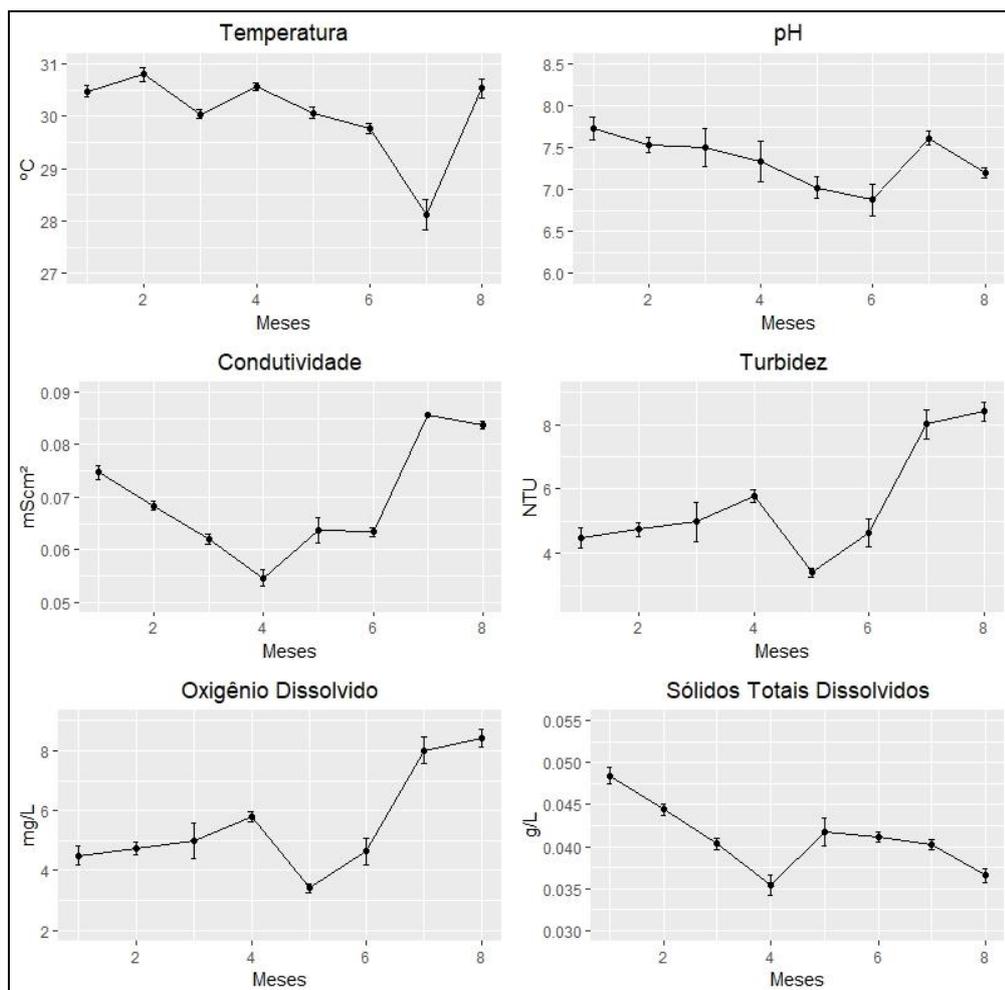


Figura 2.2: Resultados dos parâmetros de temperatura (a), turbidez (b), Oxigênio Dissolvido – OD (c), Condutividade (d), pH (e) e Sólidos Totais Dissolvidos – TDS (f), obtidos na área de produção de pescado Sucupira, no reservatório de Lajeado (período de janeiro a agosto de 2017). Fonte: Elaboração própria.

2.4.2 Cálculo do Índice de Estado Trófico

Para o cálculo do índice de estado trófico, foram determinadas as concentrações dos parâmetros clorofila-a e fósforo total nas estações chuvosa e seca, conforme demonstra a Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Concentrações médias de clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na área de estudo, durante as estações chuvosa (de janeiro a abril de 2017) e seca (de maio a agosto de 2017).

Parâmetros	Concentração Média na estação chuvosa	Concentração Média na estação seca
		Janeiro
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	8,21 \pm 4,78	9,42 \pm 3,96
Fósforo Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,14 \pm 0,11	0,35 \pm 0,07
	fevereiro	Junho
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	6,14 \pm 1,49	4,91 \pm 0,88
Fósforo Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,05 \pm 0,04	0,10 \pm 0,01
	março	Julho
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	7,85 \pm 4,55	2,60 \pm 0,81
Fósforo Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,10 \pm 0,03	0,41 \pm 0,05
	Abril	Agosto
Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	1,28 \pm 0,62	9,71 \pm 1,38
Fósforo Total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,09 \pm 0,07	0,35 \pm 0,06

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2.2, foram calculados os Índices de Estado Trófico segundo Lamparelli (2004) no período de janeiro a agosto de 2017, conforme é demonstrado no Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Índice de estado trófico e grau de trofia na área de estudo no período de janeiro a agosto de 2017.

Ponto	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	
1	64	64	65	56	64	64	69	68	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ultraoligotrófico</div> <div style="background-color: #ADD8E6; color: black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">oligotrófico</div> <div style="background-color: #90EE90; color: black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">mesotrófico</div> <div style="background-color: #FFD700; color: black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">eutrófico</div> <div style="background-color: #FF8C00; color: black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">supereutrófico</div> <div style="background-color: #DC143C; color: white; padding: 2px;">hipereutrófico</div> </div>
2	65	62	66	49	66	66	68	70	
3	66	63	67	58	65	65	67	70	
4	67	63	65	49	64	64	68	71	
5	63	63	68	54	65	65	66	70	
6	62	64	63	53	64	64	66	70	
7	63	64	61	51	64	64	66	70	
8	69	64	68	53	64	64	67	69	
9	73	62	65	36	65	65	66	70	
Média	66	63	65	51	64	64	67	70	

Fonte: Elaboração própria.

Para facilitar a visualização, os dados foram especializados e mapas foram produzidos com o auxílio do *software Quantum Gis 2.18*, a partir da técnica de interpolação de pontos IDW (Inverse Distance Weighting) (Figuras 2.3 e 2.4).

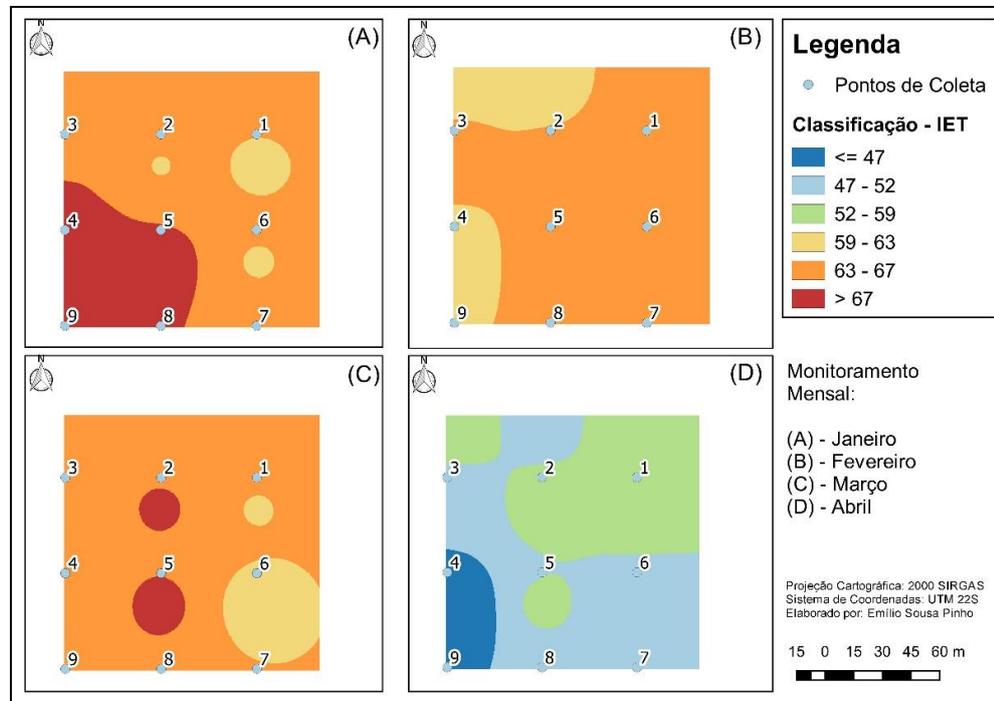


Figura 2.3: Perfil do estado trófico na área de estudo entre os meses de janeiro e abril de 2017 (A, B, C e D). Fonte: Elaboração própria.

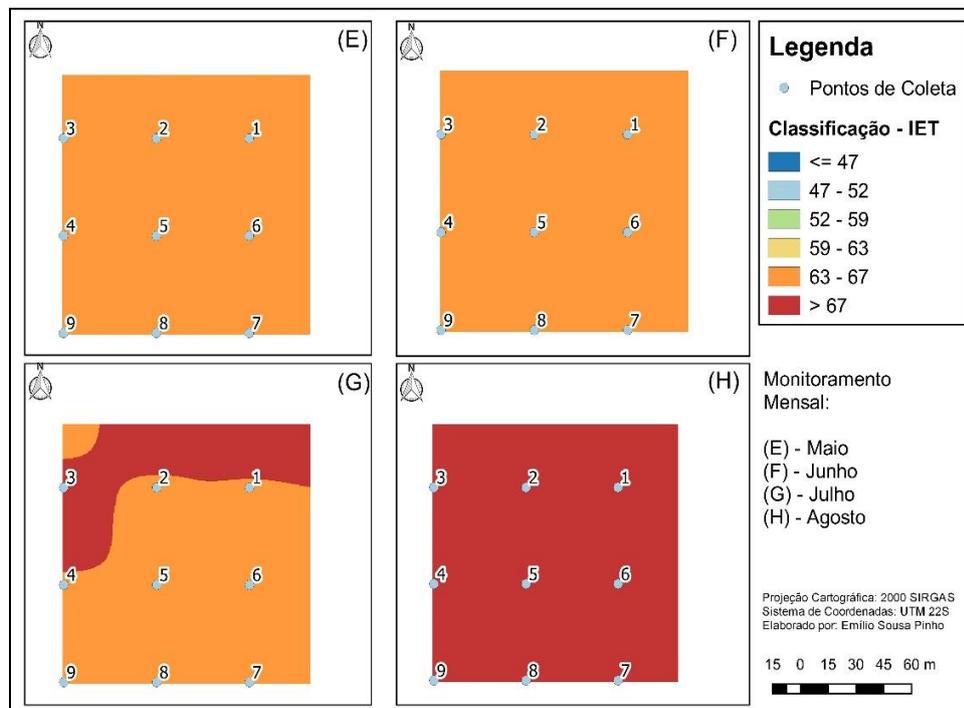


Figura 2.4: Perfil do estado trófico na área de estudo entre os meses de maio e agosto de 2017 (E, F, G e H). Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao ponto controle, os dados de clorofila-a, fósforo total e a determinação do índice de estado trófico foram organizados separadamente, conforme é demonstrado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e o índice de Estado Trófico (IET) no ponto controle (A10) durante o período de janeiro a agosto de 2017.

Meses	Clorofila-a	Fósforo total	IET
Janeiro	10,54	0,24	53
Fevereiro	6,62	0,06	48
Março	0,53	0,06	42
Abril	0,53	0,01	37
Maiο	4,50	0,09	64
Junho	4,50	0,09	64
Julho	3,10	0,42	67
Agosto	9,70	0,40	70

Fonte: Elaboração própria.

2.4.3 Resultados

Considerando os parâmetros de qualidade de água, durante o período estudado, durante a estação seca, a temperatura média da água foi de $29,62 \pm 0,95^\circ\text{C}$, e na estação chuvosa, de $30,46 \pm 0,32^\circ\text{C}$. De acordo com Kubitza (2003), temperaturas da água entre 26°C a 30°C correspondem a valores ótimos para o cultivo de peixes. Segundo Marques (2006), no reservatório da Usina Hidrelétrica do Lajeado ocorrem variações de temperaturas entre 25°C e $31,70^\circ\text{C}$.

Com relação à condutividade elétrica, os valores médios obtidos na estação seca foram de $0,07 \pm 0,01$ mS/cm e nas águas de $0,0545 \pm 2,403$ mS/cm, resultados semelhantes aos observados por Peixoto (2007) em estudos na UHE Lajeado. A Resolução CONAMA 357/2005 não determina limites de tolerância específicos para cada parâmetro, porém, a CETESB (2009b) aponta, que valores para condutividade elétrica acima de 0,100 mS/cm, indicam a possibilidade de entrada de esgoto no ambiente.

Durante todo o período estudado, os parâmetros de pH e turbidez apresentaram resultados médios dentro dos limites exigidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 - pH 6,0-9,0 e turbidez menor e igual a 100 NTU – para corpos d'água de classe 2, sendo $7,51 \pm 0,163$ e $5,00 \pm 0,555$ NTU, respectivamente. Peixoto (2007) observou em estudos realizados na UHE Lajeado valores de pH na faixa de 7,6 variando de ligeiramente alcalino a neutro, o que, segundo Vinatea-Arana (1997), pode ser considerado com a faixa de pH adequada para produção de pescado, variando de 6,5 a 9,0 e que, valores de 4,0 e 11,0 (ácido e básico) são letais para vida aquática.

Os valores de oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos (STD) em alguns pontos apresentaram resultados fora do limite da Resolução CONAMA 357 na estação seca (meses de maio e junho), conforme o enquadramento de classe 2: oxigênio dissolvido menor ou igual a $5 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e concentração máxima de STD de $0,0500 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Na época das águas, apenas os pontos A5 e A2 apresentaram valores fora da CONAMA, sendo $4,250 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e $0,0510 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de STD, respectivamente, no decorrer do monitoramento.

Marques (2006) e Peixoto (2007), em estudos na UHE Lajeado, observaram valores diferentes de oxigênio dissolvido para a estação seca, com concentração desse gás variando entre $6,74 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $8,60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. De acordo com Prado (1999), a concentração de oxigênio dissolvido em um corpo hídrico pode ser usada para a determinação da qualidade da água. Quanto mais reduzida for a concentração de oxigênio dissolvido, mais poluído o curso d'água se encontra, influenciando diretamente na biodiversidade aquática. Os valores abaixo ($4,25 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) do limite tolerado da concentração de oxigênio dissolvido no reservatório de Lajeado podem estar relacionados ao consumo de oxigênio pela degradação da quantidade excessiva de matéria orgânica ou possuir forte influência dos processos pluviométricos. Já o excesso de sólidos na água, atribuído ao aumento da concentração dos sólidos totais dissolvidos, uma vez que nos períodos chuvosos há o escoamento de material superficial do solo para o reservatório pode afetar a comunidade aquática, alterando as condições de luminosidade e interferindo no metabolismo dos seres autotróficos (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

A concentração média de clorofila-a encontrada nos pontos de amostragem foi de $6,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, permanecendo dentro do valor tolerado pela Resolução do CONAMA 357/05, (até $30 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), para corpo hídrico enquadrado na classe 2. O trabalho de Marques (2006) apontou médias próximas a $5,5 \mu\text{gCl-a}\cdot\text{L}^{-1}$ no período das chuvas na UHE Lajeado, enquanto Pereira (2002) observou concentrações de $12,78 \mu\text{gCl-a}\cdot\text{L}^{-1}$ na fase de enchimento do reservatório.

Segundo Maia et al. (2015), o aumento das concentrações de clorofila-a em reservatórios está relacionado à proliferação de cianobactérias, as quais passam a ser dominantes nesses reservatórios. A concentração da clorofila "a" é utilizada para determinar a biomassa fitoplanctônica (ESTEVES, 1998; GREGOR & MARŠÁLEK, 2004), que por sua vez, é uma das variáveis utilizadas como indicadora quanto à caracterização do estado trófico de ambientes aquáticos (ESTEVES, 1998). No Reservatório do Lajeado, apesar das altas concentrações de fósforo encontradas, o nutriente encontra-se indisponível para as plantas, fazendo com que não seja evidenciado um crescimento acentuado de algas no local, e, conseqüente aumento nas concentrações de clorofila "a"

Com relação ao fósforo total, as concentrações médias encontradas na área de influência do parque aquícola Sucupira se apresentaram acima do permitido na Resolução 357/05, para ambientes lênticos de água doce, classe 2 (até 0,030 mg/L), sendo de 0,301 mg.L⁻¹. O fósforo está diretamente ligado à produtividade da condição de um reservatório e tem sido apontado com o principal responsável pela eutrofização artificial (ESTEVES, 1998; BUZELLI; CUNHA SANTINO, 2013). Peixoto (2007) calculou a concentração máxima de fósforo afluyente admissível por ano para manter o ambiente do reservatório da UHE Lajeado mesotrófico e concluiu que haveria necessidade de reduzir a carga afluyente de fósforo de 31.225 kgp.ano⁻¹ para 3.148 kgp.ano⁻¹, ou seja, uma redução de 28,07 kgp.ano⁻¹.

De maneira geral, os Índices de Estado Trófico obtidos ao longo do período experimental apresentaram-se de forma distinta nas duas estações observadas (Figuras 3 e 4). Na estação chuvosa, durante o mês de janeiro em particular, quando houve um índice de precipitação em torno de 250 mm, os pontos A4, A5, A9 e A8 localizados da área de criação de peixes, apresentaram índices hipereutróficos (>67), e os pontos A1, A2, A3, A6 e A7 apresentaram índices entre supereutrófico (63-67) e eutrófico (59-63) com predominância de supereutrófico. Em fevereiro, período que apresentou leve baixa no índice pluviométrico, em torno de 200 mm, o índice do estado trófico predominante foi o supereutrófico com medidas pontuais de eutrófico nos pontos A2, A3, A4 e A9. Em março, o índice pluviométrico foi em torno de 160 mm e o índice do estado trófico predominante na área foi o supereutrófico com medidas pontuais e hipereutrófico (A2 e A5) e eutrófico (A1, A6 e A7).

Em abril, período de menor índice pluviométrico observado no período (em torno de 80 mm), o índice do estado trófico sofreu melhora, apresentando faixas entre mesotrófico (52-59) pontos A1, A2 e A5, oligotrófico (47-52) pontos A6, A7, A8 e A3 e ultraoligotrófico (≤ 47) pontos A4 e A9. No entanto, houve predominância de grau de trofia oligotrófico ($47 < IET \leq 52$) sendo possível que este índice se confirme nos períodos de baixo índice pluviométrico, indicando forte influência da chuva no estado trófico do lago.

As médias dos índices de estado trófico da área de influência do Parque Aquícola Sucupira (LAMPARELLI, 2004) obtidas durante os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram grau de trofia classificado como supereutrófico ($63 < IET \leq 67$) na maioria dos pontos amostrados. Devido às condições climáticas ao período, não foi possível identificar se as altas concentrações de fósforo obtidas foram decorrentes dos altos índices pluviométricos registrados ou atividade de piscicultura.

No período de maio e junho, quando foram registrados índices pluviométricos abaixo de 20 mm, todos os pontos localizados na área de influência do Parque Aquícola Sucupira, apresentaram índices de estado trófico classificados como eutróficos.

Nos meses julho e agosto, quando não houve registro de chuva, o índice do estado trófico predominante na área durante o mês de julho foi classificado como eutrófico, com alguns pontos classificados como hipereutrófico. Já em agosto, todos os pontos foram classificados como hipereutróficos.

Da mesma forma que no período seco, o grau de trofia médio obtido na estação chuvosa foi classificado como supereutrófico ($63 < IET \leq 67$) na maioria dos pontos amostrados. Devido à grande influência de atividades antrópicas e da área de pescado ser a jusante da zona de mistura da estação de tratamento de efluente, fica difícil diferenciar efeito antrópico e da atividade da piscicultura sobre o estado trófico da área em estudo.

Pena et al. (2004), realizaram campanhas de monitoramento em 16 pontos amostrais ao longo deste reservatório, durante os anos de 2002 e 2003, onde foram quantificados os parâmetros de transparência, clorofila-a e fósforo total. Os autores observaram que o reservatório da UHE Lajeado apresentou características mesotróficas a partir do cálculo de estado trófico pelo método de Toledo (1990), durante todo o período de estudo e sugeriram que as oscilações nos valores do cálculo de IET de transparência podem estar relacionadas à interferência de sólidos totais que implicam na condição do grau de trofia do ambiente.

Mallasen et al. (2012) avaliaram a condição da qualidade da água em um sistema de piscicultura em tanques-rede no Reservatório de Ilha Solteira São Paulo e concluíram que a produção de peixes na região provoca baixo impacto no ecossistema aquático. O reservatório demonstrou ser eficiente na capacidade de assimilação da carga de nutrientes proveniente de produção de pescado.

Outro estudo a respeito desse tema foi realizado no reservatório de Tucuruí (PA), que simulou a produção de peixe em gaiolas e avaliou os impactos dessa atividade na qualidade da água. Os resultados desse trabalho indicaram aumento de 30% da carga de fósforo no local do cultivo, entre 2007 e 2011, sugerindo ambiente hipertrófico (DEUS et al., 2013).

De maneira geral, as variáveis limnológicas (temperatura, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e sólidos totais dissolvidos), com exceção do fósforo total, apesar das pequenas variações de oxigênio e sólidos totais, estão de acordo com dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/05.

Os dados obtidos permitem concluir que a área aquícola apresentou predominância de estado trófico supereutrófico e que o estado trófico do lago nas proximidades dos tanques-rede sofre forte influência externa de atividades antrópicas, principalmente no período chuvoso. No período da seca, pelo fato de não haver a diluição de nutrientes devido à escassez de chuvas, ocorre aumento considerável na concentração de fósforo na água, levando a um estado hipereutrófico.

Contudo, no ponto controle (A10), localizado fora do cultivo, próximo à calha principal do reservatório, onde há maior circulação de água, o Índice de Estado Trófico se apresentou de forma distinta: No período chuvoso (de janeiro a abril), apresentou-se nas classes de ultraoligotrófico, oligotrófico e mesotrófico, provavelmente devido ao fato de estar localizado em uma área com maior circulação de água, além do aumento na diluição de nutrientes devido aos altos índices pluviométricos registrados no período. Entretanto, no período da seca (maio a agosto), da mesma forma que ocorreu com os outros pontos, o índice também se apresentou alto no ponto controle (A10), nas classes de eutrófico e hipereutrófico, indicando que a aquicultura não é uma atividade impactante e que o lago apresenta naturalmente altos índices de fósforo, principalmente na seca.

Os efeitos da atividade são difíceis de serem previstos em longo prazo, bem como o comportamento do reservatório mediante aumento da produção de peixes em tanques-rede, por isso, é fundamental que seja executado um programa de monitoramento constante da qualidade de água.

2.5 Considerações Finais

Os dados obtidos permitem concluir que a área aquícola apresentou predominância de estado trófico supereutrófico e que o estado trófico do lago nas proximidades dos tanques-rede sofre forte influência externa de atividades antrópicas.

As variáveis limnológicas, com exceção do fósforo total apresentaram-se dentro dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/05, sendo que os resultados de oxigênio dissolvido e sólidos totais em alguns pontos amostrais apresentaram resultados pouco acima destes parâmetros, não sugerindo, porém, indícios de alteração na qualidade da água.

Os efeitos da atividade são difíceis de serem previstos em longo prazo, bem como o comportamento do reservatório mediante aumento de produção dos parques aquícolas, porém, caso não haja monitoramento e controle eficiente sobre a qualidade da água, a piscicultura em tanques-rede pode vir a promover degradação do ecossistema aquático.

CAPÍTULO 3

3. Viabilidade Técnica, Social e Econômica da Produção de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em Tanque-Rede no Parque Aquícola Sucupira

3.1 Resumo

A atividade aquícola tem apresentado interesse crescente e assim deve continuar nas próximas décadas, tendo em vista a estagnação na oferta de pescado oriundo da captura e do crescente aumento na demanda por alimento com o incremento da população mundial. O Brasil dispõe de condições favoráveis ao desenvolvimento da piscicultura, especialmente por possuir 5,5 milhões de hectares de reservatórios naturais e artificiais de água doce. Como esses ambientes vêm sendo utilizados aquém de seu potencial, o incentivo à piscicultura em tanques-rede surge como uma das iniciativas mais promissoras para incrementar os números da aquicultura nacional. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e financeira de investimento em projetos aquícolas de produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira (Palmas/TO), bem como traçar o perfil socioeconômico dos cessionários, contribuindo para a discussão da viabilidade e do desenvolvimento deste tipo de empreendimento. A pesquisa utilizou a metodologia do projeto Campo Futuro/Aquicultura da CNA, analisando os indicadores econômicos COE, COT, RBT, MB, ML, L e TRC. Para a espécie tambaqui, a análise da Taxa de Retorno do Capital apresentou resultados negativos e o sistema de produção em viveiros escavados se mostra mais eficiente, demandando maiores estudos. O perfil socioeconômico dos produtores é incompatível com a atividade empresarial e tecnificada que se projeta para aquicultura em tanques rede. Na visão dos produtores a atividade ainda é uma promessa futura e muitos já desistiram da atividade ou repassaram seus tanques rede a outros. A política pública de transformar pescadores em piscicultores se mostrou ineficaz.

Palavras chave: produção, reservatório, tanque rede, usina hidrelétrica.

3.2 Introdução

A produção mundial de pescado tem crescido a uma taxa média anual de 3,2% nos últimos 50 anos, neste contexto, o consumo per capita aparente de pescado passou de 9,9 kg por ano na década de 1960 para 19,2 kg por ano em 2012. De acordo com dados da FAO (2016), a produção global de pescados foi de aproximadamente 167 milhões de toneladas em 2014. Este cenário foi propiciado por diversos fatores, como crescimento demográfico,

aumento da renda e da urbanização, mas principalmente pela significativa expansão da aquicultura (FAO, 2014b).

O pescado é fonte de proteínas de alto valor biológico, constituindo uma opção de consumo mais saudável do que as outras carnes (GONÇALVES, 2011). Atualmente, estima-se que o pescado represente 16,7% de toda a proteína animal consumida por humanos no planeta. Estes valores são superiores ao das carnes de suíno, frango, bovino, ovino e caprino, as mais consumidas na sequência (FAO, 2014a; FAO, 2014b).

A produção mundial de pescado estabilizou em cerca de 90 milhões de toneladas nas últimas duas décadas e deverá se manter neste nível, sendo a aquicultura responsável por suprir a maior parte da demanda global por pescado nos próximos anos. Essa atividade vem crescendo mais rapidamente que qualquer outro segmento do setor de produção de alimentos de origem animal, com média de 6,2% ao ano entre 2000 e 2012 (FAO, 2014a; FAO, 2014b).

O Brasil é considerado um dos países de maior potencial para aquicultura, graças ao forte mercado doméstico, produção recorde de grãos e amplo território, com boa disponibilidade hídrica (13,7% de toda água doce disponível no planeta) e áreas favoráveis para a construção de tanques e açudes. Somam-se a isso os 8.500 km de faixa costeira e os 4,2 milhões de hectares de águas em grandes reservatórios, dos quais apenas uma pequena fração tem sido aproveitada para a produção de peixes em tanques-rede (KUBTZA, 2015).

De acordo com a Embrapa (2017), as espécies mais comuns produzidas no país, por região, são: tambaqui, pirarucu e pirapitinga na região Norte; tilápia e camarão marinho no Nordeste; tambaqui, pacu e pintado no Centro-Oeste; tilápia, pacu e pintado no Sudeste; e carpa, tilápia, jundiá, ostra e mexilhão na região Sul. A tilápia ocupa a posição de espécie mais produzida, com uma produção de 219 mil toneladas, seguida do tambaqui, com uma produção de 135 mil toneladas, sendo esta última a espécie nativa mais produzida atualmente (IBGE, 2015).

O cultivo de peixes em tanques-rede é uma tecnologia inovadora e intensiva de produção, caracterizado pelo confinamento de peixes em altas densidades, recebendo alimentação balanceada, em estruturas que permitem grande troca de água e que apresenta dependência total de alimento artificial. Trata-se de uma alternativa para o aproveitamento de corpos hídricos com restrições à prática da piscicultura em tanques e viveiros escavados (BEVERIDGE, 2004). O Brasil dispõe de condições favoráveis ao desenvolvimento desta atividade, especialmente por possuir 5,5 milhões de hectares de reservatórios naturais e artificiais de água doce utilizados aquém de seu potencial.

O incentivo à piscicultura em tanques-rede surge como uma das iniciativas mais promissoras para incrementar os números da aquicultura nacional (FURLANETO, 2011). Porém novas tecnologias demandam novos desafios e adaptações, sendo que existem poucos estudos que possam balizar o desenvolvimento de protocolos de produção em tanques-rede, principalmente de espécies nativas.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie de peixe nativo mais produzida no Brasil é uma espécie com excelente potencial para cultivo nesse sistema, pois apresenta bom desenvolvimento, hábito gregário, excelente conversão alimentar, adaptação ao confinamento e ao arraçoamento, resistência a doenças possuindo excelente mercado consumidor e alto valor comercial, sendo cultivado não só no Brasil como também em outros países da América do Sul (SILVA *et al.*, 2007a).

O cultivo do tambaqui pode ser realizado em sistema extensivo (barragens), semi-intensivo (viveiros), e intensivo (tanques-rede). Os sistemas intensivos e semi-intensivos são predominantes na produção dessa espécie em todas as regiões do Brasil (MORO *et al.*, 2013).

A diferenciação dos sistemas extensivos e semi-intensivos se dá de acordo com o grau de tecnificação aplicada no manejo produtivo. De acordo com Crepaldi (2006), para a produção nacional de tambaqui o sistema semi-intensivo é o mais utilizado, sendo os peixes cultivados em barragens e viveiros, onde, além do alimento natural disponível no ambiente é fornecida ração, contribuindo assim para incrementar a produtividade.

Melo *et al.* (2001) definiram um protocolo de produção para o tambaqui no sistema semi-intensivo, em duas fases, recria e engorda, onde espera-se com esse manejo alcançar peixes com peso médio final de 1,8 a 3,1 kg ao final de 8 meses. A recria deve ser iniciada com o povoamento de alevinos em viveiros na densidade de 10 peixes/m², onde deverão permanecer por dois meses, sendo arraçoados quatro vezes ao dia na taxa de até 10% da biomassa. Já na fase de engorda, o povoamento dos viveiros é feito com juvenis na densidade de 3.250 a 4.200 peixes/ha onde permanecerão por um período de 8 a 10 meses, sendo arraçoados uma vez ao dia, na taxa de até 5% da biomassa.

No desenvolvimento de um protocolo de produção para uma espécie de peixe, a determinação da densidade de estocagem ideal, a qual visa determinar os níveis ótimos de produtividade por área, é essencial para o início dos demais estudos. No entanto, na maioria das pesquisas já realizadas, não se analisou todo o ciclo de produção, apenas períodos mais curtos, na maioria das vezes.

No intuito de se intensificar a produção de tambaqui, além da densidade, existem outros fatores fundamentais que são responsáveis pelo desempenho no cultivo, como: manejo

nutricional e sanitário, qualidade do ambiente e das instalações de cultivo, padrão genético dos alevinos, padronização das operações de manejo e capacitação de mão de obra.

A intensificação e a busca por maior rentabilidade na produção de tambaqui tem levado os piscicultores a diversificarem seus sistemas de produção e a investirem na produção em tanques-rede. Porém, segundo Ostrensky et. al. (2007), ao contrário da tilápia, o tambaqui não possui um pacote tecnológico apropriado no que se refere aos aspectos básicos de produção para sistemas intensivos de cultivo em tanques-rede, embora sejam aqueles em que o país apresenta maior potencial de crescimento para piscicultura (OSTRENSKY et al., 2007).

A falta de dados confiáveis e de acompanhamento das pesquisas e de seus resultados esbarra ainda no problema que este tipo de produção aquícola vem sendo conduzido por agricultores familiares e pescadores que de acordo com as políticas públicas de incentivo à produção de pescado têm sido transformados em piscicultores/empreendedores, de forma empírica e sem capacitação, assistência técnica e acesso ao crédito para investimento e custeio da atividade.

Cruz (2016), relata que esta tentativa de racionalização da produção, aumento e controle da produtividade, controle nutricional e sanitário, controle dos estoques pesqueiros, geração de emprego e renda vinculados a atividade da aquicultura gera modificação não somente da técnica, mas da identidade de sujeitos, que passam a ser vistos não mais como pescadores e sim como empreendedores, porém, todavia até o presente momento, não há instrumentos que mensurem a eficácia social da implantação de parques aquícolas..

É neste contexto que o presente artigo tem por objetivo contribuir para a discussão em torno do desenvolvimento tecnológico, econômico e social da produção do tambaqui em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira.

3.3 Material e Método

O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória, este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.35).

A pesquisa foi conduzida na área de concessão de produção de pescado em tanques rede do reservatório de Lajeado, perímetro rural de Palmas – TO. As áreas para a realização desse estudo foram concedidas pela Associação dos Produtores de Peixes do Parque Aquícola Sucupira (Bom Peixe), localizado nas proximidades da capital tocantinense, com extensão de 200 ha de lâmina d'água e 198 contemplados, com 0,30 ha de área para cada cessionário (Figura 3.1).

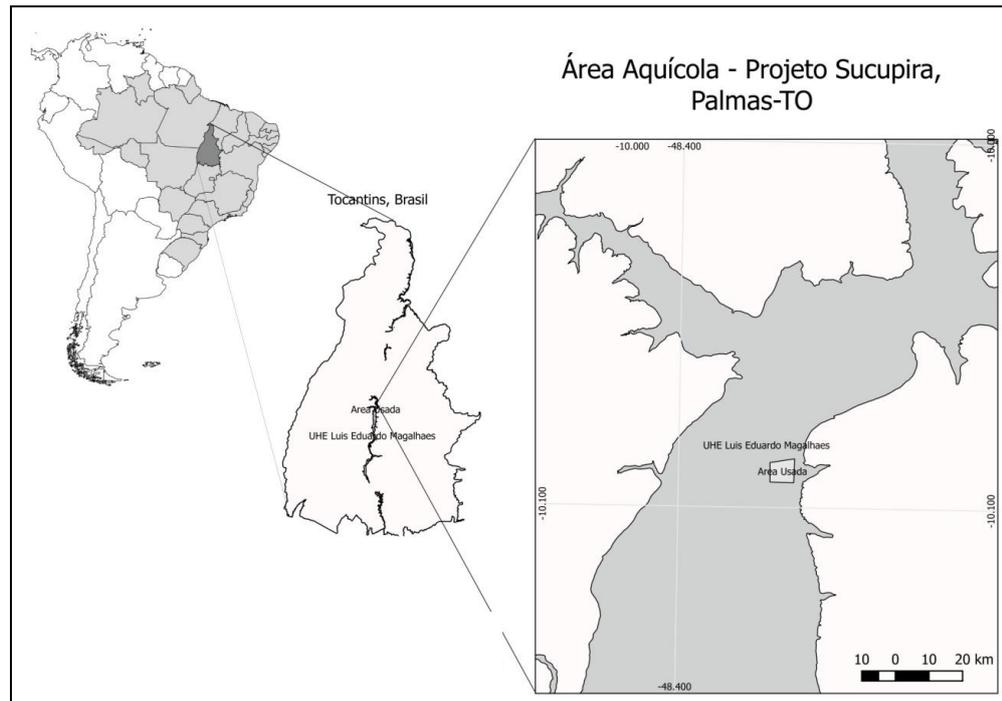


Figura 3.1: Área aquícola, Projeto Sucupira, Palmas – TO. Fonte: Elaboração própria.

Atualmente com 18 cessionários, a região produz aproximadamente 10 ton/ano, as espécies tambaqui e pirarucu são as mais cultivadas. A Associação Bom Peixe está licenciada junto ao Naturatins, órgão responsável legalmente pela autorização de funcionamento e operação da atividade na modalidade de tanque-rede.

O experimento teve a duração de 15 meses, e foi conduzido entre setembro de 2016 e dezembro de 2017 em 7 tanques-rede flutuantes de 27 m³ (3,0 x 3,0 x 3,0 m) na fase de recria e de 48 m³ (4,0 x 4,0 x 3,0 m) nas fases de recria (4 tanques) e engorda (12 tanques), espaçados de 2,0 m. Os alevinos de *C. macropomum* foram mantidos em viveiros de terra até atingirem o peso médio de 5 g, para serem transferidos para os tanques-rede. Foram utilizados bolsões de nylon de malha 4 mm no interior dos tanques-rede que serviram como berçários para a retenção dos alevinos de peso médio inicial de $5,15 \pm 1,65$ g obtidos na Fazenda São Paulo, localizada no município de Brejinho de Nazaré – TO.

Foi utilizada no povoamento dos tanques a densidade de 160 peixes m³, com três repetições. Os alevinos foram alimentados sete dias na semana e três vezes por dia (7:00; 13:00 e 16:00), até a saciedade aparente, com ração extrusada comercial para peixes onívoros com teores de proteína bruta de 40% em diferentes granulometrias (1,7 e 2,0-3,0 mm). Nas fases de recria e engorda a taxa de alimentação e arraçoamento foi de 2% do peso vivo/dia.

No decorrer do ciclo de produção, foram monitorados, coletados e registrados dados semanais de consumo de ração, mortalidade e eventualidades como: fugas por afundamento

ou avarias dos tanques, predação ou roubo, suspensão, diminuição ou substituição do arraçoamento por outro tipo de alimento e retirada de peixes para consumo ou vendas.

Para mensuração do desempenho no cultivo foram medidos e registrados mensalmente através de biometrias realizadas em 10% da densidade de estocagem de cada tanque, os seguintes parâmetros zootécnicos: ganho de peso, conversão alimentar, biomassa final e a taxa de sobrevivência.

Os parâmetros zootécnicos analisados serviram de base para a elaboração dos indicadores de viabilidade econômica, onde os parâmetros foram apresentados de forma unitária, expressos em valor financeiro por quilograma de peixe. Para obtenção da receita estimada (preço de venda do tambaqui na região) e dos custos de produção referentes aos preços dos principais insumos (ex: ração, alevino, mão-de-obra), utilizaram-se os dados do Projeto Campo Futuro/Aquicultura¹ (CNA, 2016). Todos os dados referentes aos preços de insumos e venda de tambaqui tiveram como referência o período de outubro de 2017.

Os indicadores econômicos utilizados foram os mesmos dos trabalhos realizados pela Embrapa junto com a CNA no projeto Campo Futuro:

Custo Operacional Efetivo (COE): é composto pelos itens considerados custo direto, ou seja, desembolso (Ex.: mão-de-obra contratada, ração, medicamentos, reparos de benfeitorias, consertos de máquinas, impostos e taxas, energia elétrica, combustível e outros desta natureza).

Custo Operacional Total (COT): indica a possibilidade de reposição da capacidade produtiva do negócio, além da remuneração do responsável pelo gerenciamento da atividade;

$$COT = COE + (Depreciação + Pró labore)$$

Receita Bruta Total (RBT): é calculado em determinado exercício e compreende o valor de todos os produtos obtidos como resultados do processo de produção da propriedade durante o ciclo produtivo;

Margem Bruta (MB): é o resultado da renda bruta total obtida na exploração considerada subtraído o custo operacional efetivo;

$$MB = RBT - COE$$

Margem Líquida (ML): é definida como sendo a diferença entre a renda bruta e o custo operacional total;

¹ O Projeto Campo Futuro/Aquicultura é executado pela Embrapa Pesca e Aquicultura em parceria com a CNA (Confederação Nacional da Agricultura) e tem por objetivo o levantamento de informações econômicas dos diferentes sistemas de produção aquícola nas principais regiões produtoras do Brasil. Essas informações são obtidas através de painéis junto aos agentes da cadeia produtiva e compreendem dados como indicadores zootécnicos, preço de insumos, preço de venda do pescado e demais componentes dos custos de produção.

$$ML = RBT - COT$$

Lucro (L): é o resultado da renda bruta total subtraindo o custo total;

$$L = RBT - \text{Custo Total}$$

Taxa de Retorno de Capital (TRC): é o percentual da divisão da margem líquida pelo estoque de capital investido nos fatores de produção, o qual se refere ao capital médio empatado em máquinas/equipamentos, benfeitorias, lavouras perenes, adicionado ao capital em animais e terra.

$$TRC = \frac{ML}{\text{Capital Investido}} \times 100$$

Adicionalmente aos trabalhos de acompanhamento da produção e das biometrias, foram ainda aplicados questionários aos 18 cessionários não onerosos em atividade, para identificação e elaboração do diagnóstico situacional e do perfil socioeconômico dos produtores do Parque Aquícola Sucupira. O questionário foi confeccionado de forma semiestruturada, baseada no método de estudo de Araújo (2014), aqui modificado para adequar-se à produção em tanques-rede.

As perguntas buscaram identificar o perfil dos piscicultores, características da atividade de cultivo, aspectos socioeconômicos e os potenciais e entraves encontrados na atividade. Os dados foram analisados através da estatística descritiva, computando-se as frequências absolutas e percentuais de cada questão. Estes dados foram organizados e executados através de gráficos, tabelas, utilizando-se das análises do software Excel®.

A coleta de dados também utilizou informações obtidas a partir de observações *in loco* e conversas informais com os piscicultores do Parque Aquícola Sucupira, com pesquisadores da Embrapa e IFTO, com técnicos extensionistas da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural - SEDER² e com demais agentes da cadeia produtiva que frequentam o Parque Aquícola e de alguma forma fazem parte de seu dia a dia (vendedores de insumos, produtores de alevinos, consultores e agentes de negócios).

3.4 Resultados e Discussão

3.4.1 Indicadores zootécnicos de cultivo de tambaqui em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira

A ausência de dados, pesquisas e de um pacote tecnológico de produção para o tambaqui em tanques rede, bem como o baixo nível de adoção de tecnologias, de potencial de

² A SEDER ajudou os pescadores e população em geral na licitação, preparando todos os documentos referentes ao processo, e também realizou um curso de capacitação com os produtores após a licitação realizada.

investimento e de capacitação dos produtores aparece claramente quando analisamos os índices zootécnicos obtidos, explicando o baixo desempenho da atividade e repercutindo diretamente nos parâmetros econômicos do cultivo (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Indicadores Zootécnicos de cultivo de tambaqui dos cessionários do Parque Aquícola Sucupira.

Tanque – Rede	Indicador/Unidade	Sucupira
Povoamento 07 tanques Volume do Tanque 27 m ³ Período de Cultivo 60 dias	Biomassa média inicial(Kg)	96,00
	Densidade Inicial(peixe/m ³)	158,73
	Mortalidade (%)	32%
	Conversão Alimentar Aparente (CA)	1,00
	Biomassa Final (kg)	3.216,58
	Produtividade (kg/m ³ /tanque)	17,02
Recria 04 tanques Volume do Tanque 48 m ³ Período de Cultivo 60 dias	Biomassa inicial (Kg)	3.217,00
	Densidade Inicial (peixe/m ³)	107,93
	Mortalidade (%)	14%
	Conversão Alimentar Aparente (CA)	1,33
	Biomassa Final (kg)	6.217,00
	Produtividade (kg/m ³ /tanque)	32,90
Engorda 12 tanques Volume do Tanque 48 m ³ Período de Cultivo 400 dias Peso médio final 1600 g	Biomassa inicial (Kg)	5.945,94
	Densidade Inicial (peixe/m ³)	31,46
	Mortalidade (%)	2%
	Conversão Alimentar Aparente (CA)	2,00
	Biomassa Final (g)	10.108,06
	Produtividade (kg/m ³ /tanque)	53,48

Fonte: Adaptado de Rocha (2017).

Os dados encontrados no presente trabalho foram muito próximos aos dados encontrados por Rocha (2017), bem como a adaptação de sua metodologia e forma de exposição dos resultados. Essa comparação se fez necessária uma vez que o autor coletou os dados de biometrias através de entrevistas com produtor e os ajustou com ajuda de pesquisadores da EMBRAPA, buscando retratar de forma realista o sistema de produção, uma vez que o cessionário também não fazia anotações de consumo e despesas com ração.

Um dado importante e que explica de certa forma o baixo desempenho do sistema avaliado foi que de acordo com observações locais dos pesquisadores e informações de vendedores de insumos, os produtores têm adotado como manejo alimentar a utilização de rações mais baratas, com taxas de proteína abaixo das recomendações de cada fase e ministradas abaixo da quantidade necessária de acordo com a biomassa de cada tanque, segundo eles esse manejo não afeta a produção e evita os altos custos com rações.

A taxa de mortalidade encontrada nas fases de povoamento, recria e engorda foram respectivamente de 32%, 14% e 2%, totalizando 48% no ciclo estudado, resultado muito abaixo do preconizado, que inviabiliza o sistema de produção tanto tecnicamente quanto economicamente. Rocha (2017) encontrou valores similares, sendo 26% de mortalidade no povoamento, 18% na fase de recria, relatando não ter havido mortalidade na fase de engorda.

Silva e Fujimoto (2015) avaliaram o crescimento de tambaqui em tanques rede e concluíram que na fase de recria com a densidade de 300 peixes/m³ a mortalidade foi de 0,3%, sendo que na fase de engorda com densidade de 20 peixes/m³ a taxa de mortalidade foi de 0,0% , demonstrando serem essas densidades ideais.

A sobrevivência média obtida no ciclo de produção deste estudo (52%) foi muito inferior à obtida para o tambaqui nos sistemas de recria em viveiro (75%) observadas por Melo et al. (2001) e para o tambaqui em sistemas de tanques-rede (65%) observadas por Chagas et, al. (2005).

Essa alta mortalidade é reflexo da ausência de um pacote tecnológico e de assistência e acompanhamento técnico que orientem os produtores desde a aquisição e transporte dos alevinos até o povoamento dos tanques, fases mais críticas do sistema, além é claro de um manejo alimentar inapropriado, descontínuo e não planejado para cada fase específica do ciclo produtivo. Segundo Chagas et. al. (2007), a utilização de estratégias de alimentação adequadas, nas diferentes fases de vida, permite melhorar o crescimento, a sobrevivência, a conversão alimentar dos peixes e contribui para reduzir o desperdício de ração, o que viabiliza o sistema de produção.

A média de conversão alimentar aparente (CA = 1,44) encontrada neste estudo e neste ciclo de produção corrobora com os dados de Rocha (2007), porém está abaixo do relatado pelo IMEA (2014) para tambaqui em tanques rede, que foi de 1,8. Já Fujimoto & Silva (2015) relataram que a conversão alimentar aparente não sofre influência da densidade de estocagem, apresentando resultados de CA médios de 1,10 para a fase de povoamento (juvenis) e CA médio de 2,12 para a fase de engorda ou terminação em diferentes densidades de estocagem.

Ainda segundo os autores a baixa CA obtida na fase de recria indica que os juvenis podem utilizar com eficiência a ração oferecida desde que esta possua o balanço nutricional adequado para a espécie e ressaltam que o manejo alimentar é peça fundamental para se obter melhores CAs como o controle das sobras de ração após a oferta aos peixes para evitar a sobrealimentação, o desperdício e a deteriorização da qualidade da água.

As adequadas estratégias nutricionais e de manejo alimentar, bem como a relação custo-benefício nos sistemas de produção de tambaqui em tanques-rede devem considerar o equilíbrio entre a eficiência de utilização do alimento e maximização do crescimento, implicando no uso de taxas de alimentação restritas e fixas em alternativa à alimentação até a saciedade aparente (VAN DER MEER et al., 1997c). Estudos já realizados com tambaqui, avaliaram o efeito da taxa de alimentação (5%, 7,5% e 10% do peso vivo/dia) sobre o desempenho de juvenis em tanques-rede de 6 m³ com densidade de 15 peixes/m³ e ao final do estudo observaram que a taxa de alimentação com 5% do peso vivo/dia apresentou os resultados mais satisfatórios (CHAGAS et al. 2005).

Em outro estudo, Chagas et al. (2007) avaliaram o efeito da taxa de alimentação (1%, 3% e 5% do peso vivo/dia) durante um período de 150 dias, em tanques de mesmo volume e com a mesma densidade de estocagem e os resultados indicaram que a taxa de alimentação de 1% proporcionou melhor conversão alimentar (1.98).

Alguns autores afirmam que a frequência alimentar influencia no ganho de peso e na conversão alimentar. Corrêa et al. (2009), ao avaliarem a melhor frequência alimentar (1, 2 e 3 refeições/dia) para o cultivo de tambaqui em tanques-rede, observaram que juvenis (100 g a 500 g) alimentados três vezes ao dia têm melhor ganho de peso, com menor conversão alimentar. Segundo Van der Meer et. al. (1997c) altas frequências de alimentação resultaram em maior consumo alimentar, maiores taxas de crescimento e menor eficiência de utilização do alimento para juvenis de tambaqui. Em contrapartida ainda segundo os autores, a alimentação à vontade de juvenis de tambaqui resultou no não aproveitamento de aproximadamente 25% da ração fornecida, demonstrando a necessidade e a importância de um plano de manejo nutricional adequado. Silva et al. (2007c), avaliaram o efeito conjunto da taxa de alimentação (5% e 10% do peso vivo/dia) e frequência alimentar (2 e 3 alimentações/dia) durante a fase de recria e observaram que os animais alimentados com 10% do peso vivo/dia distribuída em três refeições apresentaram o melhor desempenho.

A densidade de estocagem (peixes/m³) pode se apresentar como fator limitante à produção, constituindo-se em um dos parâmetros que mais influenciam a produtividade em sistemas de tanque-rede. No experimento aqui analisado a densidade final foi de 53,8 kg/m³. dados superiores aos obtidos por Rocha (2017) com 42,5 kg/m³. A densidade de estocagem tem influência direta sobre aspectos como competição por alimento entre os indivíduos, comportamento, alteração nos níveis de oxigênio e amônia.

Em sistemas de produção intensivos, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, por sua

vez, peixes mantidos em altas densidades normalmente têm menor crescimento, ficam estressados causando à produção de um lote de peixes com tamanho heterogêneo (CAVERO et al., 2003). Para o tambaqui em tanques-rede os resultados de pesquisas com diferentes densidades de estocagem mostraram que a densidade de 150 peixes por m^3 apresentou melhor produtividade (MEROLA e SOUSA, 1988).

Para a fase de recria do tambaqui em tanques-rede, Brandão e colaboradores (2004) concluíram que a densidade de 400 peixes/ m^3 é a mais adequada para a recria do tambaqui em tanques-rede. Já para a fase de engorda, Gomes e colaboradores (2006) avaliaram o efeito da densidade de estocagem no desempenho e viabilidade econômica do tambaqui, a menor conversão alimentar encontrada foi de 1.88, obtida na densidade de 50 peixes/ m^3 . Inoue et al. (2014) estudaram diferentes densidades de estocagem no crescimento e na incidência de parasitas e os resultados mostraram que é possível aumentar a densidade de estocagem até 40 peixes / m^3 sem causar prejuízos ao produtor.

Os dados de densidade obtidos no presente trabalho, analisados em cada etapa de produção, estão dentro dos parâmetros preconizados pela literatura de forma geral, tendo apresentado densidade de 158,73 peixes/ m^3 na fase de povoamento dos tanques, 107,93 peixes/ m^3 na fase de recria e 31,36 peixes/ m^3 na fase de engorda. Não sendo a densidade a responsável pelo baixo desempenho produtivo do sistema.

A literatura não correlaciona o tamanho dos tanques-rede com o desempenho dos sistemas de produção, bem como a maioria dos ensaios é realizado em tanques experimentais de 1 m^3 o que não reflete a realidade dos parques aquícolas. Existe uma tendência de aumento do volume dos tanques-rede por parte de alguns produtores de tambaqui, que se baseia na maior facilidade de manejo, mas também na constatação empírica por parte dos piscicultores de que o maior volume proporciona um melhor desempenho em termos de ganho de peso para o tambaqui.

3.4.2 Indicadores econômicos de cultivo de tambaqui em tanque-rede no Parque Aquícola Sucupira

O primeiro parâmetro analisado se refere ao Custo Operacional Efetivo (COE) unitário, dado em reais por Kg do peixe vivo. O COE é composto pelos itens considerados custo direto, tanto fixos quanto variáveis, não sendo consideradas despesas com depreciação dos bens de produção. Ou seja, o COE representa todo e qualquer desembolso financeiro despendido durante o ciclo de produção (Ex.: mão-de-obra, ração, medicamentos, reparos de

benfeitorias, consertos de máquinas, impostos e taxas, energia elétrica, combustível e outros desta natureza).

O COE unitário apresentou valores crescentes ao longo do ciclo, variando de 7,25 R\$/kg para o peixe de aproximadamente 644,10 gramas (5 meses), 10,05 R\$/kg para o peixe de aproximadamente 1,050 gramas (10 meses) até 11,75 R\$/kg para o peixe de 1.600 gramas (15 meses). Dados levantados por Rocha (2017), mostraram valor de COE de 6,91 R\$/kg em seus estudos no Parque Aquícola Sucupira, demonstrando o baixo desempenho do projeto que apresentava na data da conclusão da pesquisa uma taxa de retorno de capital negativo (-21,4%). Estes custos demonstram a inviabilidade e à ineficiência do sistema de produção e do manejo adotados pelos cessionários e estão bem acima daqueles verificados nos cultivos em viveiro escavado para a espécie tambaqui. Segundo Pedroza Filho et. al. (2016) o COE para tambaqui em sistema de viveiro escavado na região de Pimenta Bueno-RO, para peixes com peso final de 2,5 kg, foi R\$ 4,04/kg. Nesta mesma região a margem bruta unitária, verificada através do Projeto Campo Futuro, foi de R\$ 1,96/kg.

A Tabela 3.2 mostra os indicadores econômicos do tambaqui em tanque-rede produzido na pesquisa.

Tabela 3.2: Indicadores econômicos do experimento com tambaqui em tanque-rede aos 5, 10 e 15 meses.

Meses	COE unitário (R\$/kg)	Receita unitária (R\$/kg)	Margem bruta unitária (R\$/kg)
5	7,25	5,00	- 2,25
10	10,05	5,00	- 5,05
15	11,75	5,00	- 6,75

Fonte: Elaboração própria.

Para o cálculo da receita unitária utilizou-se o preço de referência de R\$ 5,00/kg para todas as fases analisadas. Esse preço reflete a realidade do mercado regional.

A margem bruta (MB) é o resultado da receita bruta total (RBT) obtida na exploração considerada, subtraído o custo operacional efetivo (COE); representa a diferença entre o COE e a RBT, não considerando as despesas com depreciação e com o pró-labore do produtor. A MB positiva demonstra a viabilidade econômica da atividade ou do empreendimento, sempre que a RBT for superior ao COE, consegue-se saldar o custeio da atividade, ao passo que a MB negativa demonstra a incapacidade de sustentação da atividade uma vez que a mesma causa prejuízo econômico.

De acordo com os dados apresentados na tabela 3.2, a margem bruta foi negativa nas três fases de produção analisadas, apresentando tendência crescente no decorrer do cultivo. Na primeira fase analisada, a margem bruta foi de -2,25 R\$/kg (negativo), na segunda fase analisada a margem bruta foi de -5,05 R\$/kg (negativo), aumentando gradativamente até atingir -6,75 R\$/kg (negativo) na última fase para o peixe de 15 meses e aproximadamente 1600 gramas.

A Taxa de Retorno do Capital (TRC) é o percentual da divisão da margem líquida pelo estoque de capital investido nos fatores de produção, o qual se refere ao capital médio empatado em máquinas/equipamentos, benfeitorias, lavouras perenes, adicionado ao capital em animais e terra. A TRC mede a valorização de determinado investimento, assim como o recebimento de renda, no presente estudo a TRC foi negativa (-26,5%), quanto menor a TRC menor a viabilidade do empreendimento. Os dados apresentados neste estudo estão muito próximos aos mensurados por Rocha (2017) que demonstrou TRC também negativa (-21,4%), sinalizando a baixa viabilidade e um forte resultado econômico negativo do empreendimento.

O sistema de produção de tambaqui em tanques rede ainda demanda muitos estudos e análises técnicas e econômicas e quando comparado aos sistemas de produção em viveiros escavados ainda se mostra um mal negócio (Tabela 3.3).

Tabela 3.3: Comparativo dos indicadores econômicos de produção de tambaqui em tanques-rede no Parque Aquícola Sucupira e em sistema de viveiro escavado no município de Palmas/TO.

Sistema	COE	COT	RBT	MB	ML	L	TRC
Tanque - Rede	R\$/KG	R\$/KG	R\$/KG	R\$/KG	R\$/KG	R\$/KG	%
Parque Aquícola Sucupira	6,91	7,21	5,50	-1,41	-1,71	-2,55	-21,4%
Viveiro escavado							
Palmas – TO	4,48	5,28	5,50	1,02	0,22	-0,22	2,0%

Fonte: Dados do Parque Aquícola Sucupira adaptados de Rocha (2017) e dados de produção em viveiro escavado adaptados do Projeto Campo Futuro (2017).

Comparando-se os dados e os diferentes sistemas de produção, para o valor de COE, o melhor resultado é o de Palmas – TO, com viveiro escavado, sendo R\$ 4,04 por Kg de peixe produzido, enquanto o COE do Parque Aquícola Sucupira apresentou um COE de R\$ 6,91 por Kg de peixe produzido. Dado ainda pior foi o encontrado no presente estudo que foi de R\$ 9,25 por kg de peixe produzido, inviabilizando a atividade e sua sustentabilidade.

O COT também se mostrou superior no sistema de produção em tanques-rede R\$ 7,21 por kg de peixe produzido quando comparado aos R\$ 5,28 por kg de peixe produzido em

sistema de viveiro escavado. Os resultados do Parque Aquícola Sucupira em comparação ao sistema de viveiro escavado demonstraram pior desempenho, tanto nos trabalhos conduzidos por Rocha (2017) tendo uma Taxa de Retorno de Capital negativo de -21,4, quanto no presente estudo apresentando uma TRC negativo ainda maior, de -26,5%.

Os principais entraves analisados, que são de amplo conhecimento dos cessionários e de todo poder público (nas suas mais diversas esferas e atribuições) envolvidos na implantação e desenvolvimento do Parque Aquícola Sucupira explicam de forma clara e simples essa TRC negativa. A falta de experiência dos cessionários, aliado à sua baixa escolaridade e dificuldade de acesso à tecnologia e informação, a falta de assistência técnica especializada e continuada, a infraestrutura logística, financeira e de apoio deficiente do Parque Aquícola Sucupira, a falta de planejamento e gestão dos meios de produção, os altos custos na aquisição de insumos e a falta de governança desta cadeia produtiva explicam os dados obtidos neste e em outros estudos.

3.4.3 Indicadores socioeconômicos dos cessionários do Parque Aquícola Sucupira

O Parque Aquícola Sucupira tem licitado 197 áreas não onerosas e 4 onerosas. Hoje passados cerca de 5 anos desde a entrega do certificado de cessão de uso só estão instalados 30 produtores nas áreas não onerosas. Inicialmente, alguns produtores se uniram para criar uma cooperativa com o objetivo de unir forças para dar início a produção e se articular em prol da obtenção de benfeitorias para o grupo, porém não obtiveram êxito. Outro grupo de produtores paralelamente criaram a Associação Bom Peixe que está operando até o momento, e tem cerca de 20 produtores associados, sendo que apenas 18 produzindo.

Existem duas vias de acesso ao parque, a mais curta com 17,5 quilômetros e a mais longa com 22,3 quilômetros de distância, medidos do centro da cidade de Palmas, ambas com aproximadamente 10 quilômetros de estradas vicinais sem pavimentação asfáltica.

Em sua grande maioria os cessionários não residem no local com suas famílias, moram em Palmas, porém frequentam o local regularmente e apenas 30 % residem nos barracos de madeira construídos na via de acesso que dá acesso ao parque e são carentes de infraestrutura básica. Não há rede de esgoto e nem água tratada, a energia elétrica na maioria das vezes é obtida irregularmente através dos famosos “gatos”. As condições de sobrevivência dos cessionários, bem como de processamento e comercialização do pescado são insalubres. A presença de crianças na área de circulação de barcos e de manejo dos tanques é constante e preocupante.

A via de acesso ao parque é cercada por duas áreas particulares, o que muitas vezes gera conflitos tanto de uso do espaço quanto das águas. Os cessionários relatam que por diversas vezes já tentaram expulsá-los da área, seja por vias legais e até pelo uso da força e intimidação.

Como ponto de apoio as operações de produção, estocagem de insumos, comercialização do pescado e reparo dos tanques rede e embarcações a Associação Bom Peixe conta com um galpão improvisado doado pela prefeitura, de estrutura de ferro, com piso de areia e coberto com lona e palha. Existe ainda uma balsa de uso comum, não pertencente aos associados que é utilizada na vigília noturna contra furtos dos tanques.

A coleta, organização e tabulação dos dados e dos resultados dos questionários puderam apresentar e caracterizar as percepções e realidades, bem como o perfil social e econômico dos piscicultores da Associação Bom Peixe, levando em conta suas opiniões quanto ao desenvolvimento e ao futuro, ou não, da exploração do cultivo de tambaqui em tanques-rede no Parque Aquícola Sucupira.

Quanto ao gênero dos cessionários e associados entrevistados, 78% são do sexo masculino e 22% do sexo feminino. Esses dados corroboram com Souza & Pessoa (2014), onde observaram que existe a prevalência do homem no controle de atividades produtivas rurais, nas quais se inclui a piscicultura. Dados semelhantes aos citados por Rocha (2017) onde relatou a presença de 80% de entrevistados do gênero masculino no Parque Aquícola Sucupira.

Uma particularidade presente neste parque aquícola é que as atividades diárias de produção são normalmente conduzidas pelas esposas/companheiras uma vez que os homens desempenham outras atividades econômicas. Percebe-se que a mão de obra feminina se dá de forma temporária ou na realização de tarefas específicas, como o arraçoamento diário.

No tocante a faixa etária, 22% dos entrevistados encontravam-se com idade entre 30 a 40 anos, 67% com idade entre 50 a 60 anos e 11% com mais de 60 anos, onde a idade mínima foi de 28 anos e a máxima de 69 anos. Rocha (2017) relatou em sua pesquisa, que os produtores tinham em média 52 anos, tendo o mais novo 38 anos e o mais velho 68 anos.

Diferentes faixas etárias foram encontradas por Agostinho et al. (2005) no reservatório de Itaipu, predominando a faixa etária entre 40 a 50 anos, e por Araújo (2014) no reservatório da UHE Tucuruí-PA, onde a faixa etária dominante foi a de 40 a 60 anos. Corroboram e tem proximidade com este estudo apenas os dados de idade mínima e máxima de 25 e 66 anos, respectivamente.

O estado civil ficou distribuído da seguinte forma, 12% dos produtores se declararam solteiros, sendo 38% legalmente casados e 50% em outros regimes de união formais e informais (união estável, amasiados, amigados e “juntados”). Os resultados obtidos são similares aos encontrados por Cintra et al. (2011), ao analisarem a população de pescadores na área do reservatório de Tucuruí, onde 74% dos pescadores entrevistados viviam algum tipo de relação conjugal, sendo 41% legalmente casados e 33% vivendo em regime de união estável. Os dados encontrados por Rocha (2017) também corroboram com os demais trabalhos, onde 70% dos produtores declararam ter um companheiro(a) sendo que 30% eram casados e 40% viviam em regime de união estável.

No que diz respeito ao exercício das atividades originais dos cessionários antes do início da Associação Bom Peixe no ano de 2015 e dos critérios de seleção do Ministério da Pesca e Aquicultura na licitação das áreas não onerosas, que era a de ofertar áreas aos pescadores artesanais, cerca de 70% dos entrevistados afirmaram que eram pescadores, outros exerciam diferentes atividades, principalmente na agricultura familiar, na construção civil e no comércio. Segundo Rocha (2017), 60% se declararam pescadores antes de serem cessionários e cerca de 50% afirmaram que ainda continuam na atividade, sendo que 30% atuavam na construção civil e 10% em atividades agropecuárias.

Lima (2018), ao analisar os resultados encontrados em outros trabalhos desenvolvidos em diversas regiões do Brasil, constatou que apenas 4,58% dos entrevistados declararam depender unicamente da piscicultura para sua formação de renda, contra 95,42% que não possuem a sua fonte de renda somente advinda da atividade.

A piscicultura geralmente é uma atividade complementar, não sendo principalmente para pequenos produtores a única ocupação na contribuição do faturamento, visto que em decorrência da menor escala de produção, a capacidade produtiva é baixa, forçando o produtor a diversificar com outras culturas para diluir os custos e aumentar a renda (OSTRENSKY et al., 2008).

Em relação a formação escolar, notou-se um índice muito baixo de escolaridade, sendo que aproximadamente 15% se declararam analfabetos, 45 % declararam terem cursado apenas o primeiro grau (ensino fundamental), 30% dos cessionários cursaram o segundo grau (ensino médio) sendo que apenas a metade o concluiu. Menos de 10% dos entrevistados afirmaram já ter cursado o ensino superior, porém não o concluíram. Dados de Rocha (2017) mostram que a maioria dos cessionários não conseguiu terminar o ensino fundamental (70%) e 10% se declararam analfabetos, sendo que 10% afirmaram terem concluído o ensino superior.

Em outras regiões do Brasil, a situação não é muito diferente, Oliveira (2012), relatou que o nível de escolaridade dos piscicultores do município de Guapé-MG, representa 60% com o 1º grau incompleto. Em pesquisa no Lago de Furnas, também em Minas Gerais, Souza & Pessoa (2014) constataram que em relação ao grau de instrução, existe predominância para a formação no ensino fundamental, em que ensino fundamental incompleto (29,17%) e completo (24,17%) compõem 53,34% dos piscicultores levantados. No Amazonas, encontrado por Lima (2018), cerca de 36,25% possuem até o ensino fundamental completo e 72,50% até o ensino médio completo.

A escolaridade reflete a oportunidade de acesso ao conhecimento, fator fundamental para enfrentar as mudanças relacionadas às transferências de tecnologias e esse baixo nível de escolaridade é incompatível com a demanda técnica, de capacitação tecnológica, de gestão e de profissionalização que a piscicultura intensiva em tanques rede demanda, o que de certa forma explica a inviabilidade atual da produção de tambaqui no Parque Aquícola Sucupira.

Quanto a renda mensal dos associados, a quase totalidade dos entrevistados não obtém renda apenas da atividade de piscicultura, sendo esta a atividade secundária ou até terciária na composição da renda familiar. Porém quando questionados sobre a renda oriunda da atividade piscícola, aproximadamente 22% dos pesquisados obtiveram renda mensal maior que um salário mínimo, sendo que 60% dos pesquisados relatou obter renda mensal similar a um salário mínimo e cerca de 12% obtiveram renda mensal maior que um salário mínimo. Os dados obtidos por Rocha (2017), contabilizando todas as atividades remuneradas de todos os integrantes da família nas suas mais diversas atividades, inclusive a piscicultura, demonstraram uma média de 1,8 a 2,3 salários mínimos respectivamente.

Na visão dos cessionários a falta de políticas públicas, de aporte financeiro e de linhas de crédito específicas para atividade, de assistência técnica e gerencial continuadas, de escala de produção com qualidade e viabilidade econômica, de insumos de qualidade, de logística e infraestrutura de abate, processamento e distribuição adequadas, tornam a atividade ainda uma promessa, um sonho distante, tornando o cenário incerto caso não sejam sanados os entraves atuais.

Situações semelhantes, foram relatados por Lima (2018) onde os produtores informaram que o preço dos insumos é considerado o problema mais impactante para desenvolvimento da atividade, com 35,42% de ocorrências. Já dificuldade para obtenção de recursos financeiros se mostra como o segundo maior problema relatado com 22,50%, seguida do item valor de mercado com 5,83%, falta de logística é relatado por 5,42% dos piscicultores e falta de políticas públicas é descrita por 5,0% destes como grandes

dificuldades sofridas. Enquanto o item falta de assistência técnica representa 5,73% dos problemas apurados.

Kubitza (2015) reporta a falta de recursos financeiros, juntamente à falta de políticas públicas, como grande dificuldade para o desenvolvimento da atividade, se tornando um fator que afeta e limita o crescimento da produção aquícola nacional. Já Pestana et al. (2008) e Oliveira (2009) apontam que a logística, apesar de ser um item necessário, é atualmente um dos grandes entraves relacionados ao desenvolvimento da aquicultura nacional, tornando-a ineficiente, pelo encarecimento de itens produtivos, elevando os custos e os preços do pescado, tornando-o menos competitivo em relação a outras fontes de proteína animal.

No que se refere à implementação de políticas públicas, para Chammas (2008), o estado tem papel muito importante nessa estruturação, através, por exemplo, da definição de seus marcos regulatórios, ou da viabilização de créditos e incentivos para o financiamento e capital de giro aplicado na atividade como já observado.

3.5 Considerações Finais

O sistema de produção em tanques rede demanda maiores esforços e adaptações para a produção de espécies nativas, existem ainda poucos estudos que possam balizar o desenvolvimento de protocolos de produção em tanques-rede e entre as espécies que precisam ser estudadas nesse sistema de produção o tambaqui aparece como destaque, por sua grande adaptabilidade e aceitação comercial.

Para o tambaqui o sistema de produção em viveiros escavados ainda se mostra ser mais eficiente quanto aos custos de produção, sendo o sistema de produção em tanques rede uma alternativa de menor custo e tempo de implantação, porém com retorno incerto.

Os principais índices zootécnicos de referência são muito diversificados e variam de acordo com a densidade de povoamento, volume do tanque, arraçamento, conversão alimentar entre outros, porém, todos esses índices influem diretamente nos resultados financeiros e na viabilidade econômica dos empreendimentos.

De acordo com a Taxa de Retorno do Investimento, a atividade no Parque Aquícola Sucupira é insustentável e vem apresentando resultados negativos, o que denota sua baixa competitividade no mercado.

O perfil socioeconômico dos cessionários é incompatível com a atividade empresarial e tecnicada que se projeta para aquicultura brasileira em tanques rede nas áreas de reservatórios, bem como a transformação de pescadores em piscicultores/empreendedores não parece ser uma política pública eficaz.

Na visão dos cessionários a atividade é ainda uma promessa, muitos pensam em desistir e ou já venderam seus tanques a outros, poucos conseguem apontar cenários futuros favoráveis se não forem sanados os entraves atuais ao desenvolvimento da atividade.

CAPÍTULO 4

4. Indicadores de Sustentabilidade e Governança para o Desenvolvimento do Parque Aquícola Sucupira

4.1 Resumo

Atualmente a aquicultura é a atividade de produção de alimentos que mais cresce no mundo, porém com críticas constantes da sociedade por seu reconhecido potencial na geração de impactos ambientais, sociais e econômicos negativos. Diversas são as definições para o termo sustentável e vários são os métodos elaborados e usados para avaliar a sustentabilidade, alguns deles foram desenvolvidos exclusivamente para a aquicultura, enquanto outros são aplicações de métodos gerais em sistemas aquícolas. O caminho em direção à sustentabilidade permeia as formas de governança das cadeias produtivas e é incerto, necessitando ser avaliado. Desta forma o presente estudo propôs um conjunto de indicadores de sustentabilidade e governança para o desenvolvimento da piscicultura em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira (Palmas/TO), visando subsidiar ações e políticas públicas para o desenvolvimento do setor. Foram elaborados indicadores de sustentabilidade qualitativos que através de subíndices sociais, econômicos e ambientais geraram um Índice de Sustentabilidade (ISUS) do empreendimento, já para análise de governança foi utilizado o método indutivo com entrevistas aos principais agentes desta cadeia produtiva. Os dados obtidos permitiram concluir que o ISUS do Parque Aquícola Sucupira foi classificado como pouco sustentável (0,37), principalmente nas dimensões econômicas e sociais. A falta de estruturas de governança foi marcante e perceptível em todos os segmentos analisados, o que retrata o real estágio de desorganização e ineficiência da cadeia produtiva da piscicultura no Parque Aquícola Sucupira e no estado como um todo.

Palavras chaves: ambiente, produção, políticas públicas, tanque rede.

4.2 Introdução

Diante do crescimento mundial da aquicultura, o Brasil vem efetivando o seu potencial frente ao desenvolvimento da atividade, por meio da demarcação de parques aquícolas em corpos d'água continentais de domínio da União. Entretanto, semelhante a qualquer atividade produtiva, se não houverem políticas públicas de incentivo e regras bem definidas para o controle e monitoramento, a intensificação do uso dos espaços aquáticos poderá aumentar também os riscos e a severidade de impactos negativos ao ambiente,

neutralizando ainda os potenciais benefícios econômicos e sociais da atividade (SEIDE, 2011).

O desenvolvimento sustentável da aquicultura traz invariavelmente um questionamento: que tipo de sustentabilidade se quer alcançar? A sustentabilidade sociocultural, a sustentabilidade econômica ou a sustentabilidade do meio ambiente natural?

De acordo com Tiago (2011), o capital natural e ecossistêmico é um bem difuso e coletivo perenemente disponível às funções vitais dos seres humanos e das outras espécies biológicas existentes no planeta. Assim, somos levados a considerar que o capital a ser enfocado e melhor valorado seja o capital natural e ecossistêmico e que os capitais socioculturais e econômicos devam ser direcionados e onerados com vista ao melhor alcance dos objetivos e metas que mantenham e/ou aumentem aquele capital. Neste sentido, indicadores econômicos e socioculturais devem ser considerados na função única de determinar o nível mínimo de eficiência socioeconômica e cultural que não interfira negativamente na boa qualidade do meio ambiente natural e ecossistêmico.

Valenti (2008) definiu aquicultura sustentável como uma produção lucrativa de organismos aquáticos que mantém uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades humanas. Relatou ainda que, para a atividade perdurar ao longo do tempo, é indispensável que sejam consideradas as dimensões ambiental, econômica e social da sustentabilidade. Dentre as formas de mensuração da sustentabilidade, o uso de conjuntos de indicadores assume papel de destaque. Esta metodologia transmite informações técnicas de forma simplificada e melhora a percepção dos diferentes atores sobre as prováveis consequências ambientais e sociais das ações humanas, sendo útil para o planejamento, implementação e monitoramento de políticas e para a tomada de decisões nas esferas pública e privada (CARVALHO & BARCELLOS, 2009).

Tiago (2002/2007) pondera que, para uma melhor reflexão sobre a atividade aquícola, seria interessante o estabelecimento de um fórum multi e interdisciplinar, específico e permanente, para discussão da sustentabilidade aquícola adequada a cada tipo de situação possível, que auxilie abordagens legislativas heterológicas, participativas e pluridimensionais que acompanhem a dinamicidade da obtenção de dados (inclusive os científicos) relativos a esta atividade.

Para o desenvolvimento da aquicultura brasileira são elencadas diretrizes ambientais dispostas no documento “Diretrizes Ambientais para o Setor Pesqueiro: Diagnóstico e Diretrizes para a Aquicultura” (BRASIL, 1997), que, dentre outras, recomendam as seguintes ações relativas a políticas públicas e legislações de interesse, também, metropolitano.

- Definição de uma política setorial regionalizada, com a participação de órgãos federais, estaduais, municipais, iniciativa privada e instituições não-governamentais, enfocando os aspectos políticos, institucionais, legais, econômicos, sociais, culturais e ambientais, com o objetivo de orientar e priorizar linhas de apoio fundamentais ao desenvolvimento do setor pesqueiro;
- Promoção e desenvolvimento de ações que possibilitem o fortalecimento do associativismo de aquiculturas em níveis municipal, regional e nacional, buscando a participação efetiva dos produtores, de forma a assegurar sua contribuição ao desenvolvimento do setor pesqueiro;
- Apoio à realização de um zoneamento das áreas propícias à atividade de acordo com suas características ambientais, para que os projetos de aquicultura sejam instalados de modo mais eficiente, levando à criação de Pólos de Desenvolvimento de Aquicultura;
- Estimulo à criação de Câmaras Setoriais de Aquicultura por bacia hidrográfica, constituídas por órgãos federais, estaduais, municipais, associações, instituições não-governamentais, etc.;
- Promoção da revisão e adequação da Legislação Ambiental, considerando as particularidades de cada região, redefinindo as competências dos órgãos normativos, de controle e de fiscalização dos recursos naturais em cada Estado, de forma a simplificar e agilizar a implantação de projetos aquícolas;
- Estabelecimento de instrumentos legais que normatizem a aquicultura no Brasil, de forma a fazer com que o setor se desenvolva harmonicamente, compatibilizando o uso dos recursos naturais com as demandas da sociedade.

Neste sentido, a atual situação dos parques aquícolas nacionais delimitados é preocupante, bem como do Parque Aquícola Sucupira, pois não estão sendo realizados procedimentos mínimos de gestão na instalação e operação desses empreendimentos.

A governança ambiental é, no conceito de Cavalcanti (2004), o arcabouço institucional de regras, instituições, processos e comportamentos que afetam a maneira como os poderes são exercidos na esfera de políticas ou ações ligadas às relações da sociedade com o sistema ecológico. Tratada como algo associado à capacidade de o Estado formular e implementar políticas públicas efetivas, atua fortemente nos temas ambientais mais destacados no contexto nacional e internacional, resultando em modelos de articulação institucional que propiciam a gestão ambiental do desenvolvimento (CÂMARA, 2013).

Segundo Tiago e Cipolli (2010), é necessário pensar e construir uma governança da aquicultura que produza interferências positivas nos arranjos produtivos locais (APLs) e globais das organizações e instituições que produzam resultados favoráveis à gestão responsável dos recursos naturais essenciais ao alcance do bem-estar comum.

A falta do exercício da governança local é muito marcante nos parques aquícolas e segundo Suzigan et.al., (2007), governança em arranjos produtivos locais diz respeito aos diferentes modos de coordenação, intervenção e participação nos processos de decisão locais, dos diferentes agentes (empresas, instituições, ou mesmo um agente coordenador), influenciando decisivamente o desenvolvimento do sistema ou arranjo local.

De acordo com Vilela (2010), existem três modos de governança:

- Empresa focal: uma única empresa detém o poder e as outras produzem e dependem dela. Há uma tendência a orientar o APL de acordo com as suas necessidades;
- Governança associativa: o poder é distribuído entre os membros. Existe um sentimento de interesses comunitários para as empresas, mas é importante a participação de instituições que apoiem o desenvolvimento de regras coletivas e de mecanismos de regulamentação;
- Agentes do governo: o governo estrutura o APL. A governança procura ser neutra, não havendo centralização de poder e orienta-se o APL para o desenvolvimento da região.

De acordo com Humphrey e Schmitz (2000), se a governança for efetuada pelo poder público, então haverá criação e a manutenção de organismos voltados à promoção do desenvolvimento dos produtores locais e agências governamentais de desenvolvimento. Caso a governança seja coordenada por agentes privados, então essas instituições deverão atuar por meio de ações de fomento à competitividade e de promoções do conjunto das empresas.

Para Suzigan et.al., (2007), um agente coordenador é o melhor caminho para estruturar um modelo de governança. Esse modelo requer a contratação de um agente coordenador, com liderança reconhecida por empresas e instituições locais, permitindo superar as desvantagens representadas pela natureza do produto, pela segmentação da estrutura produtiva e respectiva forma de organização, e pela heterogeneidade patrimonial, e permite aglutinar fatores que atribuem vantagens competitivas e facilitam a governança local.

Desta forma o presente estudo propôs um conjunto de indicadores de sustentabilidade e governança para o desenvolvimento do Parque Aquícola Sucupira, visando subsidiar ações e políticas públicas dos setores públicos e privados para o desenvolvimento da

piscicultura em tanques rede. Acredita-se ainda que essa proposta possa servir como um modelo indutor da atividade, contribuindo para mitigação de riscos, promovendo a viabilidade econômica do empreendimento e conseqüentemente a inclusão social, a geração de trabalho e renda e a manutenção da qualidade ambiental.

4.3 Material e Métodos

O reservatório de Lajeado (Figura 4.1) localiza-se no estado do TO, entre os municípios de Lajeado, Miracema do Tocantins, Palmas (capital do estado), Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Neste Reservatório foram demarcados inicialmente 11 Parques Aquícolas, dentre os quais três foram cancelados, um em regularização, dois aguardam serem licitados e apenas cinco tiveram suas áreas licitadas.

Estes cinco Parques, apresentados na tabela 4.1, a seguir, somam uma capacidade de produção de 22.432 toneladas por ano, no entanto, apenas 85% corresponde ao que se encontra atualmente cedido para a aquicultura.

Conforme visualiza-se na tabela 4.1, o número total de cessionários destes cinco Parques Aquícolas é de 242. Deste total, 239 são cessionários de áreas não onerosas, com capacidade de produção por área de 48 toneladas por ano, e apenas 3 são cessionários de áreas aquícolas onerosas, com capacidade de produção de 2.500 toneladas por ano (MPA, 2015).

Tabela 4.1: Porcentagem cedida dos Parque Aquícolas de Lajeado - TO e capacidade de produção média por cessionário.

Parques de Lajeado	Outorga emitida por Parque	Produção outorgada cedida	% cedida	Nº de cessionários	Capacidade de produção média
Miracema-Lajeado	720	672	93%	14	48
Sucupira	10.032	9.168	91%	191	48
Santa Luzia	10.000	7.500	75%	3	2.500
Brejinho 01	624	624	100%	13	48
Brejinho 02	1.056	1.008	95%	21	48
Total Geral	22.432	18.972	85%	242	78

Fonte: MPA 2015, adaptado pelo autor.

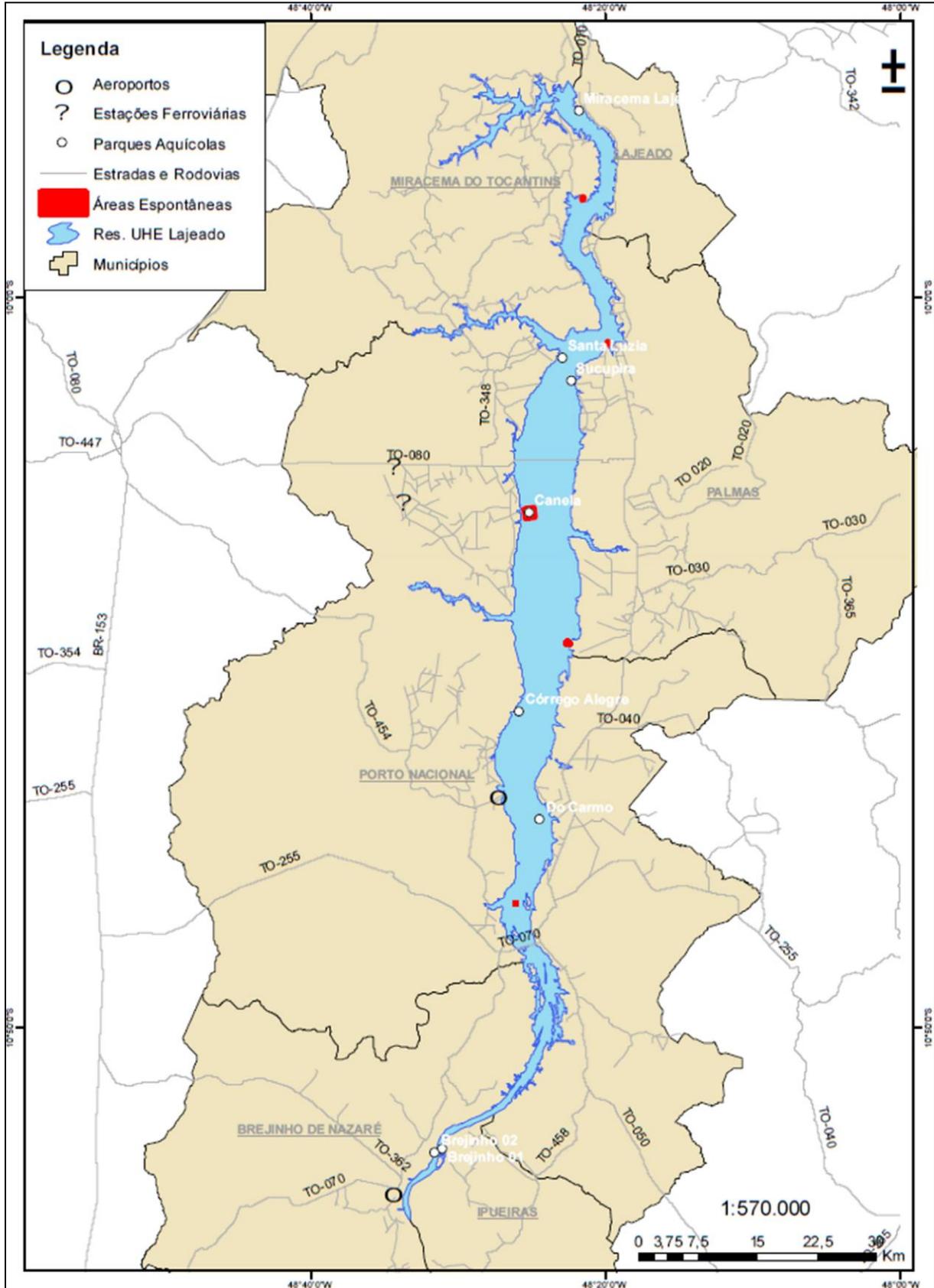


Figura 4.1: Reservatório do Lajeado com indicação das Áreas e Parques Aquícolas. Fonte: MPA 2015.

O lago da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (também chamado Lago de Palmas) tem uma extensão de 170 km, com latitude de 10°12'46" ao Sul e longitude de 48°21'37" a Oeste, com altitude de 230 metros sobre o nível do mar.

O Parque Aquícola Sucupira foi demarcado no ano de 2013 para produzir 10.036 toneladas de peixes por ano. Estão cedidas 191 áreas não onerosas que somam uma capacidade de produção de 9.168 toneladas de peixes por ano. Cada área não onerosa tem capacidade de produzir 48 toneladas por ano. Atualmente constam 18 cessionários produzindo no Parque Aquícola Sucupira, sendo todos associados a Associação Bom Peixe. Assim, se multiplicado pela sua produção individual, esses cessionários somam uma capacidade de produção de 1.344 toneladas de peixe por ano e o potencial de produção somente destes 18 cessionários equivale a 15% da produção da aquicultura de todo o estado do Tocantins (MPA, 2015).

A definição de indicadores de sustentabilidade específicos para parques aquícolas continentais foi baseada nos trabalhos de Boyd et al. (2007), Valenti (2008), Valenti et al. (2011) e Silva et al. (2012), bem como na legislação aquícola brasileira, e podem ser apresentados de forma resumida em tabela de atividades, impactos negativos e ações de controle nas fases de implantação e operação, no caso do presente estudo analisaremos apenas a fase de operação, uma vez que o parque já está implantado (Quadro 4.1) e em tabela de atividades, impactos positivos e ações de controle na fase de operação do parque aquícola (Quadro 4.2).

Quadro 4.1: Atividades, impactos negativos e ações propostas para a fase de instalação de parques aquícolas.

Atividade	Impacto associado	Ações de mitigação ou controle
Geração de resíduos sólidos: - Embalagem - Equipamento - Peixe	Destinação inapropriada; Contaminação do solo/água;	Acompanhamento técnico e disponibilização de coletores de resíduo orgânico e reciclável para o acondicionamento conforme normas de coleta de lixo do Município.
	Transmissão de doenças.	Implantação de procedimento para o controle operacional da destinação dos resíduos
	Esgotamento dos aterros	Instrução e capacitação dos aquicultores: para a redução na produção de resíduos sólidos
Emissão de efluentes e resíduos do cultivo – ração, fezes e metabólitos	Disponibilização no corpo hídrico de carga de nutrientes e matéria orgânica;	Assistência e capacitação dos produtores para o uso de ração adequada e Boas Práticas de Manejo
	Afloração de algas;	Monitoramento da qualidade da água e sedimento
	Depleção do oxigênio;	Controle de qualidade da produção
	Alteração na qualidade da água. Alteração na estrutura trófica da ictiofauna local	Monitoramento da ictiofauna

Fuga de espécimes	Alteração na estrutura trófica do corpo hídrico; Transmissão de doenças para a fauna aquática.	Assistência técnica para orientar a utilização de tanques com sistema de fechamento e a organização dos produtores para fiscalização dos cultivos.
		Capacitação quanto as Boas Práticas de Manejo
Operação de parques aquícolas	Conflito de uso da água entre fazendeiros, turistas, embarcações, concessionária e aquicultores.	Assistência técnica e capacitação dos produtores para operação adequada do parque aquícola
		Monitoramento da qualidade da água
	Controle de qualidade da produção	
	Alteração paisagística; Poluição visual.	Acompanhamento técnico e capacitação para o ordenamento dos tanques e da sinalização náutica.

Fonte: SEIDE (2011), adaptado de pelo autor.

Quadro 4.2. Atividades, impactos positivos e ações propostas para a fase de operação de parques aquícolas.

Atividade	Impacto Associado	Ações de Maximização
Produção de pescado em tanques-rede (social)	Melhoria da renda e qualidade de vida	Assistência técnica e capacitação para controle da qualidade do pescado e aplicação das Boas Práticas de Manejo.
	Geração de divisas pela arrecadação de tributos	
	Aumento da oferta e o consumo de pescado	Assistência e capacitação dos produtores nas áreas de empreendedorismo e gestão.
Produção de pescado em tanques-rede (ambiental)	Diminuição da pressão pesqueira sobre a ictiofauna	Assistência técnica e capacitação para aplicação das Boas Práticas de Manejo.
	Geração de dados sobre o meio ambiente local	Divulgação dos resultados da produção e do monitoramento ambiental.
	Pressão para melhorar o controle das fontes de poluição	
Utilização da sinalização náutica nas áreas de cultivo	Redução dos conflitos	Assistência e capacitação para a escolha dos materiais e instalação de sinalização náutica harmônica e conforme as exigências legais.
	Diminuição dos riscos de acidente com embarcações	Divulgação das atividades desenvolvidas no parque, para a comunidade local.

Fonte: SEIDE (2011), adaptado de pelo autor.

A metodologia proposta por Brabo et al. (2015) para avaliação da sustentabilidade de parques aquícolas continentais considerou as dimensões ambiental, econômica e social. Cada dimensão contou com um conjunto de indicadores representado por um subíndice, denominados de Subíndice Ambiental (SA), Subíndice Econômico (SE) e Subíndice Social (SS). Posteriormente, estes indicadores foram validados e mensurados por meio de observações

in loco e entrevistas com técnicos especializados de órgãos públicos ambientais (três entrevistados), de fomento (três entrevistados), assistência técnica e extensão rural (três entrevistados) e produtores (18 entrevistados) no período de agosto de 2017 a julho de 2018.

Os indicadores de sustentabilidade propostos foram exclusivamente qualitativos, visto que indicadores quantitativos aumentam consideravelmente a subjetividade da análise (SILVA et al., 2012). Os valores dos subíndices foram gerados a partir da média aritmética das pontuações de zero (0) e um (1) estabelecidas para os indicadores da dimensão, de forma que o valor zero (0) significou uma condição desfavorável à sustentabilidade e o um (1), uma condição favorável (BRABO, 2015). Em seguida, a média aritmética dos valores obtidos para os três subíndices formou o Índice de Sustentabilidade (ISUS), avaliado pela seguinte escala de desempenho, adaptada de Valenti (2008): insustentável (00,25); pouco sustentável (0,26-0,50); potencialmente sustentável (0,51-0,75); sustentável (0,76-1,0).

O método de pesquisa utilizado para se estudar a governança no parque Aquícola Sucupira foi o método indutivo, o qual infere-se uma verdade geral ou universal não contida nas partes examinadas, partindo de dados particulares suficientemente constatados. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam (LAKATOS e MARCONI, 1986). Para o levantamento de dados e de informações relevantes à investigação e à compreensão das questões propostas, serão utilizadas técnicas de documentação direta e indireta, e observação direta intensiva. A documentação indireta será calcada em pesquisa documental e pesquisa bibliográfica. A fonte de coleta de dados da pesquisa documental limita-se aos documentos, escritos ou não, denominados de fontes primárias. Por outro lado, a pesquisa bibliográfica ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já publicada tanto na comunicação escrita quanto na oral. Este estudo fará uso de ambas as fontes, primária e secundária. Neste estudo será utilizada, também, a entrevista semiestruturada que, segundo Lakatos e Marconi (1986), oferece todas as perspectivas possíveis para que o entrevistado alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a pesquisa. As entrevistas serão delineadas com base em questões apoiadas em teorias e hipóteses que interessam a pesquisa. As entrevistas foram realizadas, com agentes potenciais diretamente envolvidos na dinâmica local do sistema produtivo, essa delimitação deve-se, ao fato desses agentes, geralmente, possuírem uma visão sistêmica da dinâmica da produção local e regional.

No total foram realizadas 20 entrevistas e os agentes entrevistados foram os seguintes: presidente da Associação Bom Peixe, um consultor da FAO especialista em aquicultura em águas da união, dois pesquisadores da EMBRAPA e dois pesquisadores do IFTO que

desenvolvem trabalhos no parque, dois extensionistas rurais da SEDER e dois do Ruraltins, o coordenador da pasta de agronegócios do SEBRAE/TO (Agência de Apoio ao Empreendedor e Pequeno Empresário) e a diretora de produção animal da SEAGRO. Em seguida foram entrevistados um produtor de alevinos, dois cessionários não onerosos e um oneroso do parque, um representante comercial de insumos (ração), um gerente de empresa frigorífica e dois gerentes de agência de fomento e crédito financeiro.

4.4 Resultados e Discussão

Todos os resultados foram analisados e discutidos de acordo com os indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social descritos no quadro 4.3, de acordo com as respostas dos 27 participantes da pesquisa. Para cada indicador de sustentabilidade, foram calculados seus respectivos subíndices.

Quadro 4.3: Indicadores de sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social para parques aquícolas continentais com seus respectivos critérios de mensuração.

Dimensão	Indicador	Critério de mensuração
Ambiental	Espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Exótica(s), alóctone(s) ou híbrida(s) (0) / Apenas autóctone(s) ou com população comprovadamente estabelecida na bacia hidrográfica (1)
	Capacidade suporte do corpo hídrico	Volume útil de tanques-rede instalados acima da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (0) / Volume útil de tanques-rede instalados igual ou abaixo da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (1)
	Monitoramento sistemático de variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água do corpo hídrico (com frequência no mínimo trimestral)	Não existe (0) / Existe (1)
	Material da tela de contenção dos tanques-rede utilizados no empreendimento	Estruturas de plástico ou material similar (0) / Apenas estruturas de arame galvanizado revestido de PVC ou material similar (1)
	Profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento	Não existe ou eventual (0) / Realizada por todos os usuários (1)
	Uso de produtos químicos e/ou antibióticos no tratamento de enfermidades dos peixes, exceto sal (NaCl)	Existe (0) / Não existe (1)
	Impacto visual do empreendimento	Negativo (estruturas improvisadas e/ou sem padronização) (0) / Positivo (apenas estruturas específicas para a atividade e padronizadas) (1)
Econômica	Estudo de mercado para a(s) espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Não realizado (0) / Realizado (1)
	Gestão do empreendimento	Insatisfatória (usuários não controlam o custo de produção, o consumo de ração e/ou não realizam biometrias periódicas) (0) / Satisfatória (todos os usuários controlam o custo de produção, o consumo de ração e realizam biometrias periódicas) (1)
	Disponibilidade local de insumos básicos (ração e formas jovens)	Não existe (0) / Existe (1)
	Assistência técnica aos usuários	Não existe ou eventual (0) / Existe (1)
	Possibilidade de utilização de crédito rural na atividade	Não existe (0) / Existe (1)
	Logística e infraestrutura do empreendimento	Insatisfatória (não há acesso por via terrestre ao empreendimento e/ou não existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (0) / Satisfatória (há acesso por via terrestre ao empreendimento e existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (1)
Social	Possibilidade de beneficiar o produto localmente	Não existe estrutura para beneficiamento de pescado (0) / Existe estrutura para beneficiamento de pescado (1)
	Conflito pelo uso da água na área do empreendimento	Existe (0) / Não existe (1)
	Capacitação dos usuários para atuar na atividade	Insatisfatória (usuários não receberam capacitação) (0) / Satisfatória (todos os usuários receberam capacitação) (1)
	Atuação da(s) organização(ões) social(is) dos usuários	Não existe aquisição de insumos e/ou comercialização de forma coletiva (0) / Existe aquisição de insumos e comercialização de forma coletiva (1)
	Consumo local da produção	Não existe ou eventual (0) / Prioridade (1)
	Segurança do empreendimento	Deficiente (existem casos de furto dos peixes e/ou depredação das estruturas) (0) / Eficiente (não existem casos de furto dos peixes e depredação das estruturas) (1)
	Adaptação dos usuários à atividade	Difícil (usuários nunca praticaram piscicultura ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (0) / Fácil (todos os usuários já praticaram piscicultura e/ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (1)
Geração de empregos diretos no empreendimento, exceto auto empregos	Não existe (0) / Existe (1)	

Fonte: Brabo et al. (2015), adaptado pelo autor.

No Parque Aquícola Sucupira constatou-se a produção de duas espécies principais de peixes, o tambaqui (*Colossoma macroponum*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*), peixes autóctones da Bacia Hidrográfica Araguaia-Tocantins de acordo com a classificação da Portaria IBAMA nº 145 de 29 de outubro de 1998 (BRASIL, 1998).

O volume útil de tanques rede instalado foi menor do que a capacidade de suporte estimada na implantação do parque e constatou-se ainda que operadora da hidrelétrica não possui programa de monitoramento de variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água do corpo hídrico com frequência bimestral, conforme previsto na Instrução Normativa Interministerial nº 6 de 31 de maio de 2004 (BRASIL, 2004).

Os tanques-rede instalados utilizavam exclusivamente tela de contenção de arame galvanizado revestido de PVC, o que minimiza a possibilidade de rompimento da estrutura e consequente fuga de peixes, porém as estruturas não são padronizadas, há tanques de diversos tamanhos, apoitamentos e estruturas de flutuação.

Nenhum dos usuários efetuava quarentena das formas jovens e apenas eventualmente aplicavam banhos preventivos utilizando sal (NaCl), práticas de manejo profilático que reduzem o risco de disseminação de patógenos sem ocorrência natural no ambiente.

Dias et al. (2012) afirmaram que a eutrofização e a disseminação de espécies de peixes e parasitas sem ocorrência natural nos corpos d'água onde foram demarcados parques aquícolas são os principais riscos de impacto ambiental destes empreendimentos. Dos sete indicadores de sustentabilidade ambiental propostos, cinco fazem referência a estes possíveis impactos: a capacidade de suporte do corpo hídrico e o monitoramento sistemático de qualidade da água estão diretamente relacionados à eutrofização, enquanto a espécie produzida no empreendimento, o material da tela de contenção dos tanques-rede e a profilaxia das formas jovens correspondem à propagação de peixes e patógenos.

De acordo com a tabela 4.2, o subíndice de sustentabilidade ambiental encontrado foi de 0,57, classificado como potencialmente sustentável (0,51-0,75) pela escala de desempenho, de Valenti (2008).

Tabela 4.2: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Ambiental (SA) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.

Indicador de Sustentabilidade	Pontuação
Espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	1
Capacidade suporte do corpo hídrico	1
Monitoramento sistemático de qualidade da água do corpo hídrico	0
Material da tela de contenção dos tanques-rede	1
Profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento	1
Uso de produtos químicos e/ou antibióticos	0
Impacto visual do empreendimento	0
Total	4
Subíndice Ambiental (SA)	0,57

Fonte: Brabo et al. (2015), adaptado pelo autor.

Brabo et al. (2015) utilizando-se da mesma escala relataram subíndice de sustentabilidade ambiental de 0,71, classificado como potencialmente sustentável, para o Parque Aquícola Breu Branco III no reservatório de Tucuruí, estado do Pará. Apesar de estarem enquadrados na mesma escala de sustentabilidade ambiental o Parque Aquícola Breu Branco III tem a vantagem do monitoramento sistemático da qualidade da água.

Para os indicadores de sustentabilidade econômica verificou-se que não houve estudo de mercado para a escolha da espécie a ser produzida no Parque Aquícola Sucupira, o que se reproduziu em dificuldades na comercialização do produto; a gestão do empreendimento era deficiente no que diz respeito ao controle do custo de produção, apesar de alguns usuários realizarem biometrias periódicas e ajustes na quantidade de ração fornecida aos peixes (Tabela 4.3).

Tabela 4.3: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Econômico (SE) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.

Indicador de Sustentabilidade	Pontuação
Estudo de mercado para a(s) espécie(s) utilizada(s)	0
Gestão do empreendimento	0
Disponibilidade local de insumos	1
Assistência técnica aos usuários	0
Utilização de crédito rural na atividade	0
Logística e infraestrutura do empreendimento	1
Possibilidade de beneficiamento do pescado	0
Total	2
Subíndice Econômico (SE)	0,28

Fonte: Brabo et al. (2015), adaptado pelo autor.

Quanto aos insumos básicos, ração e formas jovens utilizados na produção, foram todos adquiridos localmente, porém com relatos de má qualidade, alta mortalidade e baixo desempenho dos alevinos, além do alto custo da ração uma vez que esta vem de estados vizinhos pois o Tocantins não possui fábrica de ração para peixes.

O Parque Aquícola Sucupira e seus cessionários não contam com assistência técnica de forma sistemática e continuada, nem por órgãos governamentais e nem privados. Poucos cessionários tiveram acesso a crédito, a grande maioria aponta a falta de garantias reais como entrave a tomada de crédito, os que obtiveram êxito foi apenas microcrédito para operações de custeio, obtidos de agentes de fomento regionais (Banco do Povo).

O acesso por via terrestre ao empreendimento ficava comprometido no período chuvoso e as estruturas de apoio à produção foram improvisadas; além de não haver estrutura para beneficiamento do pescado que possibilitasse agregação de valor e diversificação do produto ofertado.

De acordo com a tabela 4.3, o subíndice de sustentabilidade econômica encontrado no Parque Aquícola Sucupira foi de 0,28, classificado com pouco sustentável (0,26 – 0,50) pela escala de desempenho, de Valenti (2008). Brabo et al. (2015) utilizando-se da mesma escala relataram subíndice de sustentabilidade econômica de 0,14, índice abaixo da classificação mínima para o Parque Aquícola Breu Branco III no reservatório de Tucuruí, estado do Pará. Ambos os empreendimentos se mostraram economicamente insustentáveis, tendo como principais problemas comuns a dificuldade de acesso ao crédito, a ineficiência na gestão da produção e a ausência de estrutura de beneficiamento da produção.

Mesmo tendo subíndice econômico menor o Parque Aquícola Breu Branco III apresentou vantagem comparativa por possuir assistência técnica disponível aos usuários, fato que não ocorre no Sucupira.

Valenti (2008) relatou que a sustentabilidade econômica de empreendimentos aquícolas perpassa por uma cadeia produtiva organizada e com todos os elos fortes, bem como os ambientes institucional e organizacional.

Na tabela 4.4 podemos observar os indicadores de sustentabilidade social, bem como o subíndice social da atividade diagnosticado. Os indicadores referentes à capacitação dos produtores, adaptação dos usuários à atividade e geração de empregos no empreendimento apresentaram condições desfavoráveis à sustentabilidade social do parque aquícola.

Tabela 4.4: Proposta de indicadores de sustentabilidade para formação do Subíndice Social (SS) preenchida com dados referentes ao Parque Aquícola Sucupira.

Indicador de Sustentabilidade	Pontuação
Conflito pelo uso da água na área do empreendimento	0
Capacitação dos usuários para atuar na atividade	0
Atuação da organização social dos usuários	1
Consumo local da produção	0
Segurança do empreendimento	0
Adaptação dos usuários a atividade	1
Geração de empregos diretos no empreendimento	0
Total	2
Subíndice Social (SS)	0,28

Fonte: Brabo et al. (2015), adaptado pelo autor.

Verificou-se que pela proximidade com a cidade de Palmas e por ser cercado por áreas de lazer há conflitos pelo uso da água com pescadores artesanais, pescadores esportivos, produtores rurais e outros usuários da área do empreendimento. Não houve casos de furtos ou depredações das estruturas de criação, porém, há vigilância noturna diária dos próprioscessionários.

Quanto a capacitação e treinamento dos usuários, nem todos receberam capacitação para atuar na atividade, o que contraria as condicionantes do licenciamento ambiental de parques aquícolas. A organizações social existente, Associação Bom Peixe, não pratica compras coletivas de insumos em grupo nem tampouco comercializa a produção em conjunto, sendo grande parte da produção consumida localmente.

A grande maioria dos contemplados nos processos de licitação foram pescadores artesanais que nunca tinham praticado piscicultura ou qualquer outra atividade zootécnica em sistema intensivo. Não houve contratação de mão de obra fixa em nenhuma das áreas aquícolas do empreendimento.

Mendonça & Valêncio (2008) afirmaram que a eliminação ou deslocamento de pescadores de áreas extrativistas tradicionais e a descaracterização da cultura das comunidades, com a introdução de uma atividade que não faz parte do cotidiano local, são alguns dos impactos sociais negativos que a aquicultura pode promover.

De acordo com a tabela 4.4, o subíndice de sustentabilidade social encontrado no Parque Aquícola Sucupira foi de 0,28, semelhante ao índice de sustentabilidade econômica, classificado com pouco sustentável (0,26 – 0,50) pela escala de desempenho, de Valenti (2008). Brabo et al. (2015) utilizando-se da mesma escala para o Parque Aquícola Breu Branco III no reservatório de Tucuruí, estado do Pará, relataram subíndice de

sustentabilidade social de 0,57, classificado como potencialmente sustentável (0,51-0,75) pela escala de desempenho, de Valenti (2008).

A maior contribuição para a sustentabilidade do empreendimento foi dada pelo subíndice ambiental (0,57 – potencialmente sustentável) e houve uniformidade nos subíndices econômicos e sociais (0,28 – pouco sustentável). Sendo assim, o Índice de Sustentabilidade (ISUS) gerado para o Parque Aquícola Sucupira foi de 0,37, classificado como pouco sustentável, comprometendo a previsão de cenários futuros favoráveis caso ações de estruturação e governança não sejam tomadas.

De acordo com Vilpoux (1997) existem seis modos de coordenação (estrutura de governança) que serão analisados e discutidos neste trabalho de acordo com os dados obtidos na pesquisa com os agentes desta cadeia produtiva, são eles:

a) Mercado: trocas sem contratos, entre atores que não mantêm nenhum contato. O mercado não oferece nenhuma garantia aos agentes, se não a ligada ao respeito do consumidor;

b) Mercado com garantias informais: trocas no mercado entre atores que se conhecem e que mantêm contatos regulares na vida corrente, o que permite criar relações privilegiadas de transação;

c) Acordos contratuais com garantias fracas: onde os contratos instaurados podem ser formais ou não, mas todos os casos apresentam fracas garantias, não trazendo os contratos nenhum seguro sobre a realização da transação;

d) Acordos contratuais com garantias médias: neste caso as probabilidades de respeito dos acordos são superiores ao anterior, porém ainda existindo fraqueza das garantias.

e) Acordos contratuais com garantias fortes (quase-integração): industriais e produtores participam juntos na cultura, com uma divisão final do produto, sendo o bom funcionamento derivado do fato de apoiar-se sobre garantias informais fortes

f) Integração vertical: os sistemas de garantias totais reencontram-se apenas nos sistemas formais, onde a empresa incorpora todo o processo produtivo.

De forma a organizar e analisar os dados do estudo das transações do setor, os resultados serão apresentados e discutidos em 6 diferentes sessões de acordo com as características dos agentes entrevistados. Porém em todas elas verificou-se a predominância dos acordos informais, essa informalidade leva a constatação de presença das convenções, que se apresentam de formas variadas conforme o tamanho do empreendimento. A implantação das convenções, que é permitida pelas relações sociais entre os indivíduos, nos

permite agrupar os modos de coordenação formais e informais de modo que os custos sejam diminuídos e o sistema seja mais bem coordenado.

4.4.1 Órgãos de Classe – Associação Bom Peixe

Segundo a presidente da associação, os cessionários necessitam fortalecer a cultura da cooperação por meio de capacitações e orientações técnicas e gerenciais, bem como clamam por uma governança associativa. Pela carência de ações associativas e ou cooperativistas os produtores são onerados na compra de insumos e na comercialização da produção, tendo resultados econômicos negativos, uma vez que o custo de produção é muito alto e o valor de venda de seus produtos é baixo. Na grande maioria das transações comerciais ocorrem contratos informais.

A ausência de cooperação e de ações conjuntas, bem como de economia de escala enfraquece o relacionamento com fornecedores e clientes. Segundo Schmitz (1998) a cooperação entre os diferentes atores não representa renúncia da excelência individual e havendo sinergia no sistema interempresarial, há aumento do desempenho individual dos participantes da cooperação. De acordo com Porter (2009), quando a confiança é solidificada nas empresas, os mecanismos elevados dos custos econômicos são diminuídos grandemente, quando amenizados pelas compras em conjunto no interior da aglomeração. Assim como retorno sobre o investimento e maximização dos recursos escassos.

4.4.2 Produtor de alevinos

O produtor de alevinos tem como produto transacionado principal o peixe in-natura (alevinos) e o comercializa diretamente com o produtor que realiza a cria e engorda para comercialização e abate. O preço é sempre imposto pelo produtor de alevinos, sendo esse o agente coordenador da transação, e depende do mercado e dos insumos utilizados na criação. Normalmente os contratos de negócios são informais uma vez que os produtores adquirentes são de pequeno porte e as quantidades e valores envolvidos são relativamente baixos. Segundo o entrevistado o fato de não existir contrato formal deve-se a relação de convivência que existe entre os agentes

A qualidade do produto foi o atributo mais destacado quando perguntado qual a base da transação, ou seja, a qualidade pode tanto fortalecer o processo de compra e venda como fazê-los desistir da transação.

Uma demanda percebida pelo setor de produção e solicitada pelos piscicultores foi a produção de alevinos de outras espécies, já que existem diferentes tipos de peixes na

região. Segundo Gandra (2010), são estimadas cerca de 1.500 a 2.000 espécies, sendo que 400 são de peixes ornamentais e 100 espécies exploradas para consumo humano. E das 100 para consumo humano, se concentra 85% na produção em apenas 10 tipos de peixes.

A governança neste setor se dá via mercado, onde o preço e a procura regulam o interesse na produção de alevinos e não há uma coordenação técnica dessas demandas.

4.4.3 Cessionários do Parque Aquícola Sucupira

Quando estudamos o cessionário piscicultor, o produto transacionado é o peixe, que foi adquirido como alevino, recriado e engordado até o ponto de venda. O preço é imposto pelo consumidor final e pelo mercado concorrente uma vez os produtores do Parque Aquícola Sucupira não realizam transações comerciais com frigorífico. Mais uma vez estabelece-se a governança via mercado que aumenta os riscos e as incertezas da atividade ao invés da governança técnica.

Como base na transação também foi citada a qualidade e o frescor do peixe (as vezes comercializado vivo) como fator preponderante no processo de compra e venda. Os contratos formais de compra não são utilizados, produtores de pequeno porte não utilizam contrato, sendo as vendas realizadas por telefone, encomendas e no próprio local de produção na maioria dos casos.

A pesquisa demonstrou que muitos atuam na informalidade, e isso pode ocasionar, falta de qualidade nos processos e produtos produzidos ofertados a população.

Na visão dos produtores, quanto as pesquisas e políticas públicas; falta ouvir o produtor para resolver problemas em conjunto com as instituições. Segundo Porter (2009), só acontecerá aceleração na produtividade se houver interação e transferência tecnológica e gerencial mais profícua com as instituições de ensino e pesquisa. Isso acelera as inovações e aumenta a eficiência produtiva. Observa-se na região, que ainda existe uma relativa desarticulação das Instituições de Pesquisa com o entorno produtivo no que se refere à transferência de inovação tecnológica.

4.4.4 Instituições de Pesquisa, Extensão Rural e Capacitação Empreendedora

Na opinião dos produtores a pesquisa de forma geral é mal divulgada e não chega ao campo para transferência de tecnologias que melhorem o sistema produtivo e a extensão rural é descontínua, ineficaz e por vezes mal capacitada, não contando com infraestrutura para atender as demandas necessárias. Ainda falta ouvir o público alvo, o produtor para resolver problemas em conjunto com as instituições.

De acordo com a opinião dos pesquisadores, técnicos e extensionistas ainda existe uma relativa desarticulação as instituições e seu o entorno produtivo no que se refere à inovação tecnológica.

Na pesquisa também foi citado por alguns agentes da cadeia produtiva a necessidade de maior participação do SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa na capacitação gerencial, o que é uma lacuna que deverá ser incrementada, pois este órgão tem feito parcerias muito profícuas com o Ministério da Pesca e Aquicultura e está atuando em diversos estados no que concerne à capacitação mercadológica e empreendedorismo.

Segundo Tahin (2008), para se configurar um sistema de governança desenvolvido, deve haver treinamento de recursos humanos, informação, cooperação e conexões com instituições públicas e privadas para fomentar a comercialização com mais produtividade

As relações contratuais em todos esses casos costumam ser informais, sem contratos e ou garantias de prestação de serviços e ou resultados.

4.4.5 Agências de Crédito e Fomento

Quanto ao crédito para financiamento, investimento e custeio da atividade, na pesquisa, tanto os produtores quanto os agentes financeiros salientaram que os bancos estatais e particulares, bem como algumas agências de fomento ao microcrédito até apresentam políticas de crédito ao piscicultor, mas sempre atrelado a garantia fundiária e ambiental, além da grande burocracia e da exigência de muitos documentos.

A dificuldade de acesso ao crédito e a falta de comunicação e de ações coordenadas entre as diversas instituições envolvidas no processo deixa claro a falta de uma governança técnica que alie a capacidade e a viabilidade técnica da tomada de crédito pelos produtores às linhas e programas de crédito oferecidos.

4.4.6 Frigoríficos

Os produtores do Sucupira nunca realizaram comercialização com frigorífico, seja pela falta de escala na produção, como pela desuniformidade dos peixes ou pela distância e falta de infraestrutura e logística adequada para entrega de seu produto. O produto comercializado é o peixe in-natura, no próprio local de produção, sob encomendas ou em comércios locais, porém tudo na informalidade.

A governança é feita via mercado, sem contratos formais e o preço é ditado pela lei da oferta e procura. O custo de produção por vezes tem sido maior que o preço do peixe praticado nos grandes mercados e vindos de outros estados.

O gerente de frigorífico ouvido na pesquisa relatou que são importantes as questões referentes a legalidade e a sustentabilidade na avaliação de possíveis parceiros comerciais. Segundo o mesmo, observa-se no setor que muitos pequenos produtores repassam sua produção à uma empresa de maior porte em virtude de não possuírem certificação e licenças dos órgãos competentes. Esta, por sua vez, repassa aos produtores um valor muito aquém do investimento na produção, não gerando uma rentabilidade a quem de fato está no processo produtivo. A atuação de uma governança sólida e de consórcios na região do aglomerado seria uma das viabilidades para atenuar essa questão (AMATO, 2009).

4.5 Considerações Finais

Os indicadores de sustentabilidade propostos, se mostraram simples e de fácil aplicação e devem balizar o planejamento das fases de implantação e operação dos empreendimentos aquícolas, bem como fornecer subsídios para seu gerenciamento, reduzindo os possíveis impactos negativos da aquicultura, assegurando os aspectos positivos do desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Com a determinação dos indicadores de sustentabilidade e de seus subíndices ambiental, social e econômico espera-se desenvolver medidas de mitigação e maximização do Parque Aquícola Sucupira, aproveitando o potencial social e produtivo, garantindo a manutenção da qualidade ambiental e facilitando a interação entre os produtores e os demais órgãos reguladores.

As menores contribuições das dimensões econômicas e sociais identificadas no estudo retratam a desestruturação da cadeia produtiva da piscicultura no estado do Tocantins, bem como a falta de governança e de entendimento entre os diversos atores desta cadeia produtiva.

A ausência de governança para o desenvolvimento e sustentabilidade da produção no Parque Aquícola Sucupira é muito marcante e percebe-se isso em quase todos os seguimentos analisados.

A governança deve influenciar decisivamente no desenvolvimento no arranjo local, pois articula empresas, instituições, e diversos seguimentos para incrementarem a produção e atuarem mais eficazmente nos gargalos na produção.

CONCLUSÃO

O estudo propôs avaliar a política de expansão da piscicultura em tanque rede na UHE Lajeado, mais precisamente no Parque Aquícola Sucupira, e sua relação com o uso múltiplo da água e com o desenvolvimento regional sustentável, associado à proteção e conservação dos recursos naturais e ao desenvolvimento socioeconômico das populações locais, através de metodologias multifatoriais distintas que contemplaram os indicadores técnicos, econômicos, sociais e ambientais da atividade.

A análise cienciométrica dos artigos sobre produção de peixes em tanques rede e de pesca em reservatórios, demonstrou que a produção de conhecimento relacionado ao cultivo de peixes em tanques rede e a pesca artesanal em reservatórios está indexada e é de caráter multidisciplinar. Os artigos publicados possuem caráter tecnicista e produtivista, pouco considerando os fatores ambientais e socioeconômicos, nem tampouco as políticas públicas de implantação, manutenção, desenvolvimento e fomento às atividades piscícolas e ou pesqueiras, o que de certa forma explica o insucesso e insatisfação com a atividade de produção em tanques redes pelos piscicultores da Associação Bom Peixe, bem como a ineficiência da política pública de transformar o pescador artesanal em empreendedor.

A análise de rede social do Parque Aquícola Sucupira deixa claro que há interligação entre todos os atores, porém o protagonismo dessa rede está dominado por instituições públicas e o processo de comunicação entre os diversos atores institucionais é de caráter bidirecional, enquanto que entre os piscicultores e pescadores na maioria das vezes é de caráter unidirecional, tornando-os apenas sujeitos das ações.

O Índice de Estado Trófico (IET) foi utilizado como ferramenta de monitoramento ambiental de atividades aquícolas no Parque Aquícola Sucupira, envolvendo a coleta de amostras para análises dos parâmetros de fósforo total e clorofila-a, além da coleta de dados de temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, pH e sólidos totais dissolvidos.

As variáveis limnológicas (temperatura, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e sólidos totais dissolvidos), com exceção do fósforo total, apesar das pequenas variações de oxigênio e sólidos totais, estão de acordo com as recomendações da Resolução CONAMA 357/05.

Os dados obtidos permitem concluir que a área aquícola apresentou predominância de estado trófico supereutrófico e que o estado trófico do reservatório nas proximidades dos tanques rede sofre forte influência externa de atividades antrópicas, principalmente no período chuvoso. No período da seca, por não haver a diluição de nutrientes devido à escassez de chuvas, ocorre aumento na concentração de fósforo na água, levando a um estado hipereutrófico.

O resultado se deve ao fato do lago apresentar naturalmente altos índices de fósforo, portanto, não é possível afirmar que a aquicultura seja uma atividade impactante e seus efeitos são difíceis de serem previstos em longo prazo, bem como o comportamento do reservatório mediante aumento de produção dos parques aquícolas, porém, caso não haja monitoramento e controle eficiente sobre a qualidade da água, a piscicultura em tanques-rede pode vir a promover degradação do ecossistema aquático.

A análise da viabilidade técnica, econômica e financeira de investimento em projetos aquícolas de produção de tambaqui em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira utilizou a metodologia do projeto Campo Futuro/Aquicultura da CNA, analisando os indicadores econômicos COE, COT, RBT, MB, ML, L e TRC.

Para a espécie tambaqui, a análise da Taxa de Retorno do Capital apresentou resultados negativos e o sistema de produção em viveiros escavados se mostrou mais eficiente, demandando maiores estudos. O sistema de produção em tanques rede é uma alternativa de menor custo e tempo de implantação, porém com retorno incerto.

O perfil socioeconômico dos produtores é considerado incompatível com a atividade empresarial e tecnicizada que se projeta para aquicultura em tanques rede. Na visão dos produtores a atividade ainda é uma promessa futura e muitos já desistiram da atividade ou repassaram seus tanques rede a outros. A política pública de transformar pescadores em piscicultores se mostrou ineficaz.

De acordo com a Taxa de Retorno do Capital, a atividade no Parque Aquícola Sucupira é insustentável e vem apresentando resultados negativos, o que denota sua baixa competitividade no mercado.

Foram elaborados indicadores de sustentabilidade e governança para o desenvolvimento da piscicultura em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira, que através de subíndices sociais, econômicos e ambientais geraram um Índice de Sustentabilidade (ISUS) do empreendimento. Os dados obtidos permitiram concluir que o ISUS do Parque Aquícola Sucupira foi classificado como pouco sustentável (0,37), principalmente nas dimensões econômicas e sociais.

A análise de governança foi identificada através do método indutivo com entrevistas aos principais agentes desta cadeia produtiva, ficando claro que a falta de estruturas de governança foi marcante e perceptível em todos os segmentos analisados, o que retrata o real estágio de desorganização e ineficiência da cadeia produtiva da piscicultura no Parque Aquícola Sucupira e no estado como um todo.

A ausência de governança influencia negativamente no desenvolvimento do arranjo local, dificultando a atuação eficiente dos atores sobre os problemas e entraves na produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., PELICICE, F. M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 501 p.
- AGRANOFF, R., MCGUIRE, M. 1999. Big questions in public Network Management research. In: Fifth National Public Management Research Conference, Texas A&M University, College Station, TX, George Bush Presidential Conference Center, December 3-4.
- ALVES, R. C. P., BACCARIN, A. E., LEONARDO, A. F. G. 2012. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre a sedimentação no Córrego do Arribada (baixo Tietê – SP). In: SIMPÓSIO: ECOLOGIA DE RESERVATÓRIOS – IMPACTOS POTENCIAIS, AÇÕES DE MANEJO E SISTEMAS EM CASCATA. Avaré, p.71.
- ALVES, R. C. P., BACCARIN, A. E. 2005. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribata (UHE Nova Avanhandava, Baixo rio Tietê, SP). In Nogueira, Mg., Henry, R. E Jorcin, A., orgs. Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: Rima. p. 329-347.
- AMATO, N. J. 2009. Gestão de Sistemas Locais de Produção e Inovação. (Clusters/APLs). Conceitos, princípios e aplicações de indicadores e benchmarkings. Análise e discussão de casos. São Paulo: Atlas.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA.
- AYROZA, L. M. S., FURLANETO, F. P. B. 2011. Situação da regularização de projetos piscícolas em tanques rede no Estado de São Paulo. Pesquisa e Tecnologia, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 1-7.
- BAKER, D., YOUNG, J., AROCENA, J. M. 2000. An integrated approach to reservoir management: the Williston reservoir case study. Environmental Management, v. 25, n. 5, p. 565-578.
- BALDISSEROTTO, B., GOMES, L. C. 2005. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, p.470.

- BANA E COSTA, CARLOS, A., SILVA, P. A., CORREIA, F. N. 2004. Multicriteria evaluation flood control measures: the case of Ribeira do Livramento. *Water Resources Management*, v. 18, n. 3, p. 263-283, 2004.
- BANA E COSTA, CARLOS A., VANSNICK, J. C. 1994. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International Transactions in Operational Research*, v. 1, n. 4, p. 489-500.
- BEVERIDGE, M. 2004. *Cage Aquaculture*. 3. ed. United Kingdom: Blackwell Publishing. 2004. p. 368.
- BEVERIDGE, MCM. and LITTLE, DC. 2002. Aquaculture in traditional societies. In COSTA-PIERCE, BA., org. *Ecological Aquaculture*. Oxford: Blackwell. p. 3-29.
- BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G. & FREEMAN, L.C. 2002. *Ucinet for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies. Disponível em: <<http://www.analytictech.com/ucinet/ucinet.htm>>. Acesso em: 02 junho. 2016.
- BOYD, C. E., TUCKER, C., MCNEVIN, A., BOSTICK, K., CLAY, J. 2007. Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, v.15, n.4, p.327-360.
- BRABO, M. F., DE ARAÚJO FERREIRA, L., VERAS, G. C., CINTRA, I. H. A., PAIVA, R. S., FUJIMOTO, R. Y. 2015. Proposta de indicadores de sustentabilidade para parques aquícolas continentais: avaliação de um empreendimento na Amazônia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 2, p. 315-321.
- BRANDÃO, F. R., CARVALHO G., L., CHAGAS, E. C., ARAÚJO, L. D. 2004. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 39, n. 4, p. 357-362.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura/MPA. 2015. Planilha de dados do Sistema de Informação das Autorizações de Uso – SINAU. Dados gerados em 19/10/2017, 2015.
- BRASIL. Subsecretaria de Edições Técnicas. 2009. *Legislação pesqueira*. Brasília: Senado Federal, nº 303.

BRASIL. Instrução Normativa Interministerial n° 6 de 31 de maio de 2004. Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 31 maio 2004. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Instrucao_Normativa/040531_IN_inter_06.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2015.

BRASIL, Interministerial. 2004. Estabelecimento de normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. Instrução Normativa Interministerial n. 6, de 31 de maio de 2004. Diário Oficial da União Brasília, 01 jun. 2004.

BRASIL. Decreto n° 4.895 de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a Autorização de Uso de Espaços Físicos de Corpos d'água de Domínio da União para fins de Aquicultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 25 nov. 2003. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2003/decreto-4895-25-novembro-2003-497528-norma-pe.html>>. Acesso em: 3 jan. 2015.

BRASIL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA. 1998. Estabelecimento de normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Portaria IBAMA n. 145, de 29 de outubro de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, 30 out. 1998, Seção1, p.2856.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1997. Diretrizes Ambientais para o Setor Pesqueiro. Diagnóstico e Diretrizes para a Aquicultura. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, p.60.

BUENO, G. W., OSTRENSKY, A., CANZI, C., DE MATOS, F. T., ROUBACH, R. 2013. Implementation of aquaculture parks in Federal Government waters in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, v. 5, p. 1–12.

BUENO, G. W., MATOS, F. T., CANZI, C., OSTRENSKY, A., SAMPAIO, M. B., BARONE, R. S. C., ROUBACH, R. 2011. A capacidade de suporte: produção de peixes cultivados em reservatórios: bases conceituais (Parte I). *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, n. 126, p. 48-63.

BUFREM, L.; PRATES, Y. (2005). O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 9-25.

BUZELLI, G. M., CUNHA-SANTINO, M. B. 2013. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205.

CÂMARA, J. B. D. 2013. Governança Ambiental no Brasil: Ecos do passado. *Revista de Sociologia e Política*, v. 21, n. 46, p. 125-146.

CARVALHO, ED. 2009. Ações antrópicas e a biodiversidade de peixes: status da represa de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema). Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. Tese de Livre Docência em Zoologia.

CARVALHO, P. G. M., BARCELLOS, F. C. 2009. Políticas públicas e sustentabilidade ambiental: construindo indicadores de sustentabilidade. *Indicadores econômicos*, v.37, n.1, p.1-14. <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/2280/2656>>. 09 Nov. 2017.

CATELLA, A.C. 2003. A pesca no Pantanal sul: situação atual e perspectivas. 1-43. Corumbá, Embrapa Pantanal. Série Documentos.

CAVALCANTI, C. 2004. Economia e ecologia: problemas da governança ambiental no Brasil. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 1, p. 1-10.

CAVERO, B. A. S., PEREIRA FILHO, M., ROUBACH, R., ITUASSÚ, D. R., GRANDA, A. L., CRESCÊNIO, R. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 1, p. 103-107.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. 2009a. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008/CETESB. Vol. 1. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, p.531.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2009b. Variáveis de qualidade de água. São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#transparencia>>. Acesso em: 20 outubro 2016.

CHAGAS, E. C., ROUBACHII, G. M. J. R. 2007. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, v. 37(4), n. 4, p. 1109–1115.

CHAPULA, C. A. M. (1998). O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência Da Informação*, 27(2), 134–140. <http://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. 2016. *Campo Futuro: Resultados 2016*. Brasília: [s.n.].

CORREA, R. D. O., TEIXEIRA R., FONSECA, V. D., ALBUQUERQUE, F. 2009. Frequência alimentar de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados em tanques-rede. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E).

COSTA, A. L. Alguns aspectos sobre a pesca artesanal no Brasil. Disponível em: <www.icsf.net/cedepesca/presentaciones/lobocostas/lobocosta.doc>. Acesso em: out/17.

CREPALDI, D.; TEIXEIRA, E. 2006. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira de Reprodução animal*, v. v.30, 3/, p. 86–99.

CRUZ, M.; CAÑETE, V. 2015. Piscicultura em tanques-rede como medida de compensação social aos pescadores artesanais de Tucuruí: construindo novos saberes e práticas? *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3*.

CRUZ, H. C., FABRIZY, N. L. P. 1995. Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo. *Revista Brasileira de Energia*, v. 4, n. 1. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/v4n1/v4n1t1.htm>>. Acesso em: 15 abril 2018.

DECLARAÇÃO DE PARIS, 1998. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/docref/paris.html>>. Acesso em: 01 março. 2018.

DEUS, R., BRITO, D., MATEUS, M., KENOV, I.; FORNARO, A., NEVES, R., ALVES, C. N. 2013. Impact evaluation of a pisciculture in the Tucuruí reservoir (Pará, Brazil) using a two-dimensional water quality model. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 487, p. 1-12.

DIAKOULAKI, D., MAVROTAS, G. 2004. Stakeholder Workshops & Multicriteria Analysis. Grécia: National Technical University Athens. Disponível em:

<<http://www.arirabl.com/papers/WP6%20MCA%20Stakeholders%20FinalReport+Q.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2018.

DIAS, J. D., SIMÕES, N. R.; BONECKER, C. C. 2012. Net cages in fish farming: a scientometric analysis. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.24, n.1, p.12-17.

DODGSON, J., SPACKMAN, M., PEARMAN, A., PHILLIPS, L. 2001. DTLR multi-criteria analysis manual. Reino Unido: DTLR - Department for Transport, Local Government and the Regions. Disponível em:

<http://www.odpm.gov.uk/pub/252/MulticriteriaanalysismanualPDF1380Kb_id1142252.pdf>.

Acesso em: 11 abril 2018.

ENSSLIN, S. R. 1996. A estruturação no processo decisório de problemas multicritérios complexos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/ensslin/indice/index.html>>. Acesso em: 11 abril 2018.

ESTEVES, F. A. 1998. Fundamentos em limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, p.602.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Roma: FAO, p.200. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2017

FERNANDES, C. H. 1996. Priorização de projetos hidrelétricos sob a ótica social - um estudo de caso utilizando análise custo/benefício e uma metodologia multicritério de apoio à decisão - "MACBETH". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC. Disponível em: <www.eps.ufsc.br/disserta97/fernandes>. Acesso em: 03 abril. 2018.

FILHO, M. X. P. 2014. Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins. Embrapa Pesca e Aquicultura, il. color. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 1), p. 66.

FLAMENT, M. 1999. Glosario multicriterio. España: Red Iberoamericana de Evaluación y Decisión Multicriterio. Disponível em: <www.unesco.org/uy/red-m/glosariom.htm>. Acesso em: 19 março. 2018.

FURLANETO, F. P. B., AYROZA, D. M. M. R., AYROZA, L. M. S. 2008. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 63-69.

GANDRA, L. A. 2010. O Mercado de Pescado da Região Metropolitana de Manaus. Proyecto Mejoramiento Del Acceso a los Mercados de Productos Pesqueros y Acuícolas de La Amazonia. CFC/FAO/INFOPECA.

GARTNER, I. R. 2001. Avaliação ambiental de projetos em bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais: evidências e propostas. Brasília: Editora Universa.

GERHARDT, T. E., SILVEIRA, D. T. 2009. Métodos de Pesquisa. Porto Alegre, [s.n.].

GODFRAY, C.J., BEDDINGTON, JR., CRUTE, IR., HADDAD, L., LAWRENCE, D., MUIR, JF., PRETTY, J., ROBINSON, S., THOMAS, SM. and TOULMIN, C. 2011. Food Security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, vol. 327, p. 812-816. IGNÊS, J.R. 2008. Conhecimento ecológico tradicional da pesca pelos pescadores da comunidade de pescadores na baía Caiçara, MT .181 *Revista Brasileira de Zootecias* 15 (1, 2, 3): 171-181. 2013. Dissertação. (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

GOMES, L. C., CHAGAS, E. C., MARTINS-JUNIOR, H., ROUBACH, R., ONO, E. A., LOURENÇO, J. N. P. 2006. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, v. 253, n. 1-4, p. 374–384.

GOMES, L. C., BRANDÃO, F. R., CHAGAS, E. C., FERREIRA, M. F. B., LOURENÇO, J. D. P. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. *ACTA Amazonia*, v. 34, n. 1, p. 111–113.

GOMES, L. F. M., MOREIRA, A. M. M. 1998. Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério. In: *RECITEC*, Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139. Disponível em: <www.fundaj.gov.br/rtec/res/res-001.html>. Acesso em: 06 abr. 2018.

GONÇALVES, R. W. 2001. Métodos multicritérios como apoio à decisão em comitês de bacias hidrográficas. Dissertação (Mestrado). Fortaleza: UNIFOR.

GREGOR, J., MARŠÁLEK, B. 2004. Freshwater phytoplankton quantification by chlorophyll a: a comparative study of in vitro, in vivo and in situ methods. *Water Research*, v. 38, n. 3, p. 517-522.

- HAERER, W. 2000. Criterium Decision Plus 3.0. ORMS: 2000. Disponível em: <<http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-2-00/swr.html>>. Acesso em: 26 março. 2018.
- HANEMANN, R. A. Introduction to Social Network Methods. University of California, Department of Sociology. Disponível em: <http://www.hsr.umn.edu/fac_pages/dwholely/CNET/Net_Text/c6central.html> Acesso em: 26 abr. 2016.
- HOLBROOK, J. A. D. 1992. Why measure science? Science and Public Policy, v. 19, n. 5, p. 262-266, out.
- HUMPRHEY, J., SCHMITZ, H. 2000. Governance and upgrading: linking industrial cluster and global value chain research. IDS Working Paper,. Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex JARILLO, C. J. Strategic Networks: Creating. n 120.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2015. Produção da Pecuária Municipal. [s.l: s.n.]. v. 4.
- IGNÊS, J. R. 2008. Conhecimento ecológico tradicional da pesca pelos pescadores da comunidade de pescadores na baía Caiçara, MT .181 Revista Brasileira de Zoociências 15 (1, 2, 3): 171-181. 2013. Dissertação. (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.
- IMEA, Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. 2014. Diagnóstico da Piscicultura em Mato Grosso. Cuiabá (IMEA).
- INOUE, L. A. K. A., BEZERRA, A. C., MIRANDA, W. S., MUNZ, A. W., BOIJINK, C. D. L. 2014. Cultivo de Tambaqui em Gaiolas de Baixo Volume: Efeito da Densidade de Estocagem na Produção de Biomassa. Ciência Animal Brasileira, v. 15, n. 4, p. 437–443, 204AD.
- JANNUZZI, P. M. 2002. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso de indicadores sociais na avaliação de políticas públicas municipais. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 51-72.
- JANSEN, L. K. C., SHIMIZO, T, JANSEN, J. U. 2004. Uma análise de investimentos considerando fatores intangíveis. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Florianópolis. Anais... Disponível em:<http://www.producaoonline.inf.br/v04n04/artigos/PDF/Enegep0304_0389.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2018.

KING, J. A. 1987. review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *Journal of Information Science*, n. 13, p. 261-76.

KUBITZA, F. 2003. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. 1 ed. Jundiaí: Editora Kubitza. p.29.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. 1991. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Revista Atlas.

LAMPARELLI, M. C. 2004. *Graus de trofia em corpos d'gua do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. f. 207. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

LANNA, A. E. 2002. *Gestão dos Recursos Hídricos*. In: *Hidrologia - Ciência e Aplicação*. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. cap. 19, p. 727-768.

LANNA, A. E. 1997. *Modelos de gerenciamento das águas*. *A água em revista*, Belo Horizonte, ano V, n. 8, p. 24-33.

LINK, V. R., ROSA, S. L. 2000. *Plano diretor de uso de reservatórios de aproveitamentos hidráulicos e seus entornos*. São Paulo: OCTA. Disponível em: <<http://www.octa.com.br>>. Acesso em: 10 fev 2018.

MAIA, A. A. D., CARVALHO, S. L., CARVALHO, F. T. 2015. *Comparação de dois índices de determinação do grau de trofia nas águas do Baixo Rio São José dos Dourados, São Paulo, Brasil*. *Eng Sanit Ambient* | v.20 n.4 | out/dez 2015, p.613-622.

MALLASEN, M., CARMO, C. F., TUCCI, A., BARROS, H. P., ROJAS, N. E. T., FONSECA, F. S., YAMASHITA, E. Y. 2012. *Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP*. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 15-30.

MARENGONI, NG. 2006. *Produção de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem*. *Archivos de Zootecnia*, vol. 55, no. 210, p. 27-138.

MARQUES, A. K. 2006. *Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins – TO: estrutura da comunidade*,

flutuações temporais e espaciais. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, f. 58.

MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P.M.G.; PAIVA, P.; ALVES-SILVA, M.E.P.; SILVA, K.L. Estudo da produção pesqueira do médio rio Tietê, nos anos de 2003 e 2004. Série Relatórios Técnicos, São Paulo, v. 42, p. 1-15, 2010.

MATOS, F. T., WEBBER, D. C., FONTOURA, A. C., PINHO, E., ROUBACH, R., BUENO, G. W., FLORENCIO, D., BARROS, D. J. 2016. Monitoramento de qualidade de água das atividades aquícolas em reservatórios continentais brasileiros. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, (Séries Embrapa), p.66.

MCGRATH, W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIBLIOMETRICS, SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 1989, Ontario. Second Conference... Ontario: The University of Western Ontario, 1989.

MELO, L. A. S., IZEL, A. C. U., RODRIGUES, F. M. 2001. Criação de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p.30.

MENDONÇA, S. A. T.; VALÊNCIO, N. F. L. S. 2008. O papel da modernidade no rompimento da tradição: as políticas da SEAP como dissolução do modo de vida da pesca artesanal. Boletim do Instituto de Pesca, v.34, n.1, p.107-116.

MENDOZA, G. A., MACOUN, P., PRABHU, R., SUKADRI, D., PURNOMO, H., HARTANTO, H. 1999. Guidelines for applying multi-criteria analysis to de assessment of criteria and indicators. Jakarta: Center for International Forestry Research. Disponível em: <www.cifor.cgiar.org/acm/methods/toolbox9.html>. Acesso em: 18 março.2018.

MEROLA, N., SOUZA, J. H. 1988. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. *Aquaculture*, v. 71, n. 1-2, p. 15–21.

MORAIS, R.F. 2006. Conhecimento ecológico tradicional da pesca pela comunidade Cuiabá-Mirim Barão de Melgaço, Pantanal Mato-Grossense, Mato Grosso. Dissertação. (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

MORO, G. V., REZENDE P. F., ALVEZ, L. A, HASHIMOTO, T. D., VARELA, S. E., TORATI, S. L. 2013. Espécies de peixe para piscicultura. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, p. 29-66.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. 2015. Cessão de áreas em parques aquícolas. Acesso em 12/06/2018 às 14:54h. <http://www.mpa.gov.br/aquicultura/aguas-da-uniao/parques-aquicolas/cessao-de-areas> acesso em 12/06/2015. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA.

MPA, 2012. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Disponível em www.mpa.gov.br. acesso em 02/05/2016.

MUGNAINI, R; JANNUZZI, P; QUONIAM, L. (2004). Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n.2, p. 123-131.

MURPHY, J., RILEY, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural water. *Analytica Chimica Acta*, Amsterdam, v. 27, p. 31-36.

NOGUEIRA, A. C. 2007. Criação de tilápias em tanques-rede. Salvador: Sebrae Bahia.

OKUBO, Y. 1997. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. Paris: OCDE/GD.

OLIVEIRA.. L., M. D. 1999. Métodos y técnicas para la indización y La recuperación de los recursos de la World Wide Web. Boletín de La Asociación Andaluza de Bibliotecários, n. 57.

OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J. R., SOTO, D. 2007. Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil. Curitiba: [s. n.].

PEDROZA-FILHO M. X., RODRIGUES, A. O., REZENDE F. P. 2016. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. *Ativos Aquicultura*. Embrapa Pesca e Aquicultura/CNA. Ano 2 - Edição 7.

PEIXOTO, R. H. P. B. 2007. Efeitos da implantação do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães sobre a qualidade da água do rio Tocantins (TO, Brasil). Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, f. 222.

PENA, L., FERREIRA, C., ALMEIDA, M. 2004. Comportamento dos índices do estado trófico de Carlson (IET) e modificado (IETM) no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães. Tocantins-

Brasil. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 29, 2004, San Juan. Anales... San Juan: AIDIS, p. 1-6.

PEREIRA, V. L. R. 2002. A limnologia e o gerenciamento integrado do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE Lajeado, Tocantins. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, f. 284.

PEZZATO, L. E., BARROS, M. M., FRACALOSSI, D. M. 2004. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P., URBINATI, E. C., FRACALOSSI, D. M. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Tecart, p. 75-169.

PORTER, M. E. 2009. Competição/ On Competition. Tradução Afonso da Cunha Serra. ed. rev. amp. Rio de Janeiro. Elsevier.

PRADO, R. B. 2002. Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água. In: Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado. São Carlos: RiMa.

PRADO, R. B. 1999. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no médio rio Pardo – SP (período de 1985 a 1997). Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, f. 209.

ROBERTO, A. N., PORTO, R. L. L. 1999. Alocação da água entre múltiplos usos em uma bacia hidrográfica. In: Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). CD-ROM.

ROSAKIS, S., SOURIE, J. C., VANDERPOOTEN, D. 2001. Integrated micro-economic modeling and multi-criteria methodology to support public decision-making: the case of liquid bio-fuels in France. Biomass and Energy, n. 20, p. 385-398.

SANTOS, R. B., FADLO C., CATÃO C. R. 2005. Aplicação do método multicriterial PROMETEE para ampliação da disponibilidade hídrica na bacia do rio Gramame - PB. In: Integrando a gestão de águas às políticas sociais e de desenvolvimento econômico. João Pessoa: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), CD-ROM.

SCHMIDT, Â. M. A. 1995. Processo de apoio à tomada de decisão - Abordagens: AHP e MACBETH. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC.

Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/angela/indice/index.html>>. Acesso em: 06 abril. 2018.

SCHMITZ, H. 1998. Eficiência Coletiva: caminho de crescimento para a indústria de pequeno porte. Revista Ensaio FEE. Porto Alegre, v.18, n.2, p. 164-200.

SEIDE, M. F. 2011. Proposta de gerenciamento ambiental de parques aquícolas continentais, baseado nos impactos da piscicultura em tanque-rede. 54 pg. Curitiba-PR.

SHIAU, Y., TSAI, T., WANG, W., HUANG, M. 2002. Use questionnaire and AHP techniques to develop subcontractor selection system. China: Chung Hua University. Disponível em: <<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build02/PDF/b02143.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

SILVA, C. A. 2016. Boas Práticas de Manejo na Criação de Tambaquis em Tanques-Rede Introdução: Circular Técnica. Aracaju: [s.n.]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141793/1/CT-77.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2016.

SILVA, C. A., FUJIMOTO, R. Y. 2015. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. ACTA Amazonica, v. 45, n. 3, p. 323–332.

SILVA, A. W. L., SELIG, P. M., MORALES, A. B. T. 2012. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. Ambiente & Sociedade, v.15, n.3, p.75-96.

SILVA, C. R., GOMES, L. C. 2004. Efeito da taxa e frequência alimentar no crescimento e na produtividade do tambaqui na fase de recria em tanques-redes. Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental, v. 1, p. 137.

SORBELLO, G. 2008. Linee guida per la realizzazione di impianti di maricoltura in Sicilia. Sicilia: Assessorato Territorio Ed Ambiente, Departamento Regionale Territorio e Ambiente, p.63.

SOUZA, Q. R. & QUANDT, C. O. Metodologia de Análise de Redes Sociais. In: F. Duarte; C. Quandt; Q. Souza. (Org.). O Tempo das Redes. São Paulo: Perspectiva, 2008, p. 31-63.

SPINAK, E. (1998). Indicadores cienciométricos. Ci. Inf., Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148.

STEIGUER, J. E., DUBERSTEIN, J., LOPES, V. 2003. The analytic hierarchy process as a means for integrated watershed management. In First interagency conference on research on the

watersheds. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Benson, Ariz, p. 734-740.

SURESH, B. D. S., NANDAKUMAR, V., JOHN, B., JAYAPRASAD, B. K., PRARNOD, S. V. 2000. Siltation analysis in the Neyyar reservoir and forest degradation in its catchment: a study from Kerala state, India. *Environmental Geology*, n. 39.

SUZIGAN, W., GARCIA, R., FURTADO, J. 2007. Estruturas de governança em arranjos ou sistemas locais de produção. *Revista Gestão e Produção*. São Carlos.

TAHIN, E. F. 2008. Inovação e meio ambiente: o desafio de arranjos produtivos locais de cultivo de camarão em cativeiro no Estado do Ceará. Tese de doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ, Instituto de Economia.

TIAGO, G. G. 2011. PERSPECTIVAS ESTRUTURAIS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO AGRONEGÓCIO DA AQUICULTURA BRASILEIRA. Baseado no E-Book: Governança e Sustentabilidade Ambiental: A Aquicultura na Região Metropolitana de São Paulo. ISBN, p. 978-85.

TIAGO, G. G., CIPOLLI, M. 2010. N° Análise Interdisciplinar da Governança Ambiental da Aquicultura na Região Metropolitana de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 36 n. , p. 123 – 133.

TIAGO, G. G. 2007. Aquicultura, Meio Ambiente e Legislação - Segunda Edição Atualizada – 2007 (EBook). São Paulo: Ed. Glaucio Gonçalves Tiago, p.201.

TIAGO, G. G. 2002. Aquicultura, Meio Ambiente e Legislação. São Paulo: Editora Annablume, p.162.

TIPEC, Tecnologias para Incremento da Performance e Eficiência Corporativa. Disponível em: <<http://www.decisionsystems.com.br/editor/mostrarpag.asp?id=48>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

TOLEDO, A. P. 1990. Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. São Paulo: CETESB, p. 12.

TOMA, T., ASHARIF, M. R. 2003. AHP coefficients optimization technique based on GA. Japão: Department of Information Engineering of University of Ryukyus. Disponível em: <<http://www.ie.u-ryukyu.ac.jp/~j94033/study/finalpaper2.html>>. Acesso em: 07 abr.2018.

TUNDISI, J. G. 1987. Ecologia, limnologia e aspectos socioeconômicos da construção de hidrelétricas nos trópicos. In: ENCONTRO DE TROPICOLOGIA, n. 4, Recife. Anais... Recife: CNPq, 1990. p. 47-85. Disponível em: <http://www.tropiologia.org.br/conferencia/1987ecologia_limnologia.html>. Acesso em: 28 fev. 2018.

VALENTI, W. C., KIMPARA, J. M., PRETO, B. L. 2011. Measuring aquaculture sustainability. World Aquaculture Society Magazine, v.43, n.3, p.26-29. <http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/FA_VALENTI_Measuring%20aquaculture.pdf>. 09 Nov. 2017.

VALENTI, W. C. 2008. A aquicultura brasileira é sustentável? Revista Aquicultura & Pesca, v.34, n.4, p.36-44. <http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/CPIL_VALENTI_A%20aquicultura%20Brasileira.pdf>. 05 Mar. 2018.

VIERTLER, R.B. 1988. Ecologia cultural: uma Antropologia da mudança 1-61. São Paulo, Ática.

VILELA, D. C. J. 2010. Inteligências e conexões: Governança APL. I Seminário Estadual de APLs no Amazonas. Manaus.

VINATEA-ARANA, L. 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 166.

VILPOUX, O. 1997. Coordinations verticales entre enterprises transformatrices de manioc et producteurs agricoles, au sud du Bresil. Tese (Doutorado). Institut National Polytechnique de Lorraine, p.233

WASSERMAN, Stanley & FAUST, Katherine. 4 ed. Social Network Analysis: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

Anexo – A: Declaração de Aceite do Artigo. Capítulo 2

DIRETORIA DE PESQUISA
NAEP - Núcleo de Apoio à Editoração e Pesquisa

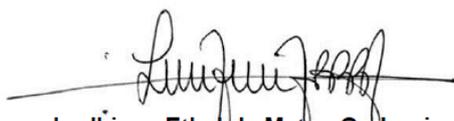
DECL nº141/2018 – NAEP

Maringá, 17 de julho de 2018.

DECLARAÇÃO

Declaramos, para os devidos fins, que o artigo intitulado **“AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA, RESERVATÓRIO DO LAJEADO, PALMAS - TO”** de autoria de **Clauber Rosanova, Emílio Sousa Pinho, Rubens Tomio Honda, Flavia Tavares Matos, Vailton Alves Farias, Alberto Akama** foi submetido na **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente** (ISSN 1981-9951 Impressa) e (ISSN 2176-9168 On-line), e aceito para publicação no v. 12, n. 4, out./dez. 2019.

Por ser expressão da verdade, firmamos o presente.



Ludhiana Ethel de Matos Garbugio
Diretora de Pesquisa

Apêndice – A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM CIÊNCIAS DO
 AMBIENTE

Av: NS 15 ALC NO 14, Bloco III, Sala 15-A, Palmas/TO; CEP
 77020-210.

Fone: (63) 3232-8177| E-mail: pgciamb@uft.edu.br



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Dados de identificação

Título do Projeto: “*Análise da Implantação do Parque Aquícola da UHE do Lajeado Através de Métodos Multicritérios de Decisão – Uma Abordagem Socioambiental e dos Fatores de Risco*”

Pesquisador Responsável: Clauber Rosanova

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: IFTO / UFT

Telefones para contato: (063) 99260-1010
 clauber@ifto.edu.br

e-mail:

Nome do voluntário:

Idade: _____ **anos**

R.G.

O Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “*Análise da Implantação do Parque Aquícola da UHE do Lajeado Através de Métodos Multicritérios de Decisão – Uma Abordagem Socioambiental e dos Fatores de Risco*”, de responsabilidade do pesquisador ***Clauber Rosanova***, doutorando do PPG CIAMB/UFT, sob orientação do ***Prof. Dr. Alberto Akama***.

1. **Natureza da pesquisa:** Neste projeto será estudada a implantação e operação do Parque Aquícola Sucupira da UHE Lajeado (Palmas/TO) através do uso de métodos multicritérios de decisão, com objetivo de realizarmos uma abordagem socioambiental

dos fatores de risco da implantação deste empreendimento através da proposição de indicadores de sustentabilidade.

2. **Participantes da pesquisa:** Todos os agentes e atores, públicos e privados, cessionários onerosos e não onerosos, envolvidos na produção, beneficiamento e comercialização de pescado e ou pesca artesanal do Parque Aquícola Sucupira.
3. **Caracterização dos questionários e entrevistas:** Para as entrevistas foram elaborados questionários (em anexo) com perguntas abertas e de múltipla escolha, versando sobre a participação e percepção técnica, social, ambiental, econômica e de governança dos agentes da cadeia produtiva de pescado produzidos em tanques rede, bem como dos pescadores artesanais do Parque Aquícola Sucupira.
4. **Envolvimento e confidencialidade da pesquisa:** Todo e qualquer participante da pesquisa é voluntário, participa por livre adesão e sem qualquer tipo de ônus ou bônus financeiro, tem o direito de se recusar a participar ou continuar participando em qualquer momento e terá seus dados, informações, opiniões e respostas mantidos em sigilo e sob confidencialidade.
5. **Benefícios da pesquisa:** A participação como respondente da pesquisa não lhe trará nenhum benefício direto (financeiro), porém espera-se com essa pesquisa poder contribuir com a sustentabilidade dos sistemas de produção de tambaqui em tanques rede em áreas de reservatório de usinas hidrelétricas.
6. **Eventuais dúvidas e ou questionamentos:** Toda e qualquer dúvida, questionamentos e ou reclamações devem ser feitas ao responsável pela pesquisa identificado neste TCLE.

Eu, _____, RG nº _____
_____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Palmas/TO, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura

Apêndice – B: Roteiro de entrevistas para Análise de Redes Sociais (Capítulo 1)

As informações foram coletadas de 15 atores principais envolvidos nas atividades de funcionamento e produção piscícola do Parque Aquícola Sucupira, sendo agrupados por blocos de acordo com o entendimento dos piscicultores em: órgãos e instituições de fomento e crédito financeiro, órgãos e instituições de ensino, pesquisa, extensão e capacitação rural, órgãos e instituições de fomento, extensão e assistência técnica rural, órgãos e instituições de normatização e fiscalização da atividade piscícola e órgãos e instituições voltadas a pesca, produção, processamento e comercialização de peixes.

Questão 1) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você considere mais próximas ou que possua mais afinidade com relação a piscicultura em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 2) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você considere mais próximas ou que possua mais afinidade com relação a pesca artesanal e ou com a Colônia de Pesca Z10

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 3) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você considere mais distantes em relação a piscicultura em tanques rede no Parque Aquícola Sucupira, bem como também das atividades de pesca artesanal

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 5) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções relacionadas ao fomento e ao crédito para piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 6) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções relacionadas ao ensino, pesquisa e capacitação para o desenvolvimento da piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____

- 1 _____
 2 _____
 3 _____

Questão 7) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções relacionadas a extensão e assistência técnica rural para o desenvolvimento da piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 8) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções relacionadas a normatização e fiscalização da piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 9) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções relacionadas pesca, produção, processamento e comercialização de pescado oriundo do Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 10) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você recorreria em caso de parceria técnica para a piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 11) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você recorreria em caso de parceria gerencial para a piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 12) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você recorreria em caso de parceria financeira para a piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____

Questão 13) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você recorreria em caso de parceria comercial para a piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 14) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções que você percebe que deveria colaborar para o desenvolvimento da piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira e não colabora e ou participa.

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Questão 15) Cite abaixo o nome de 3 ou mais instituições e suas finalidades/funções por ordem de afinidade que você mais se comunica ou recorre em caso de informações e dados sobre piscicultura em tanques rede ou a pesca no Parque Aquícola Sucupira

INSTITUIÇÃO	FUNÇÃO/FINALIDADE
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____

Apêndice – C: Roteiro de entrevistas para Análise do Perfil Socioeconômico e situacional do cessionário do Parque Aquícola Sucupira (Capítulo 3)

- 1) Qual a sua idade? _____
- 2) Qual o seu estado civil?
()Solteiro () Casado () União Estável ()Viúvo ()Divorciado
- 3) Sexo: () Masculino () Feminino
- 4) Qual seu nível de escolaridade?
()Fundamental () Medio () Superior ()Pós graduado ()Analfabeto
- 5) Antes de ser produtor/piscicultor, qual era a sua profissão? _____
- 6) Qual a situação de sua moradia?.
()Casa Própria ()Casa Própria Financiada ()Alugada ()Cedida
- 7) Possui filhos? quantos? _____
- 8) Faz algum financiamento ou empréstimo para a produção? Se sim, em qual Banco ou agência de fomento? _____
- 9) Conhece as linhas de crédito do Pronaf para a Aquicultura? _____
- 10) Se enquadra nas normas do Pronaf? Se não, por que? _____
- 11) Qual e a sua renda mensal obtida com a piscicultura e ou pesca? _____
- 12) Qual e a renda mensal familiar? _____
- 13) Quais as espécies produzidas? _____
- 14) A produção é destinada para venda, consumo próprio ou ambos? Se ambos, qual é a porcentagem para venda? _____
- 15) Realiza algum processamento? (evisceração, descamação, filetagem e etc.) _____
- 16) Qual o meio de comercialização?
() Supermercado () Feiras () Peixarias ()Atravessador ()Colônia
() Abatedouro/Frigorífico () Restaurantes () Consumidor Final
- 17) Quais são os principais gargalos para produção? _____

Apêndice – D: Roteiro de entrevistas para Análise dos Indicadores de Sustentabilidade (Capítulo 4)

Dimensão	Indicador	Critério de mensuração
Ambiental	Espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Exótica(s), alóctone(s) ou híbrida(s) (0) / Apenas autóctone(s) ou com população comprovadamente estabelecida na bacia hidrográfica (1)
	Capacidade suporte do corpo hídrico	Volume útil de tanques-rede instalados acima da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (0) / Volume útil de tanques-rede instalados igual ou abaixo da capacidade suporte estimada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (1)
	Monitoramento sistemático de variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água do corpo hídrico (com frequência no mínimo trimestral)	Não existe (0) / Existe (1)
	Material da tela de contenção dos tanques-rede utilizados no empreendimento	Estruturas de plástico ou material similar (0) / Apenas estruturas de arame galvanizado revestido de PVC ou material similar (1)
	Profilaxia das formas jovens utilizadas no empreendimento	Não existe ou eventual (0) / Realizada por todos os usuários (1)
	Uso de produtos químicos e/ou antibióticos no tratamento de enfermidades dos peixes, exceto sal (NaCl)	Existe (0) / Não existe (1)
	Impacto visual do empreendimento	Negativo (estruturas improvisadas e/ou sem padronização) (0) / Positivo (apenas estruturas específicas para a atividade e padronizadas) (1)
Econômica	Estudo de mercado para a(s) espécie(s) utilizada(s) no empreendimento	Não realizado (0) / Realizado (1)
	Gestão do empreendimento	Insatisfatória (usuários não controlam o custo de produção, o consumo de ração e/ou não realizam biometrias periódicas) (0) / Satisfatória (todos os usuários controlam o custo de produção, o consumo de ração e realizam biometrias periódicas) (1)
	Disponibilidade local de insumos básicos (ração e formas jovens)	Não existe (0) / Existe (1)
	Assistência técnica aos usuários	Não existe ou eventual (0) / Existe (1)
	Possibilidade de utilização de crédito rural na atividade	Não existe (0) / Existe (1)
	Logística e infraestrutura do empreendimento	Insatisfatória (não há acesso por via terrestre ao empreendimento e/ou não existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (0) / Satisfatória (há acesso por via terrestre ao empreendimento e existe estrutura para armazenamento de ração e equipamentos) (1)
	Possibilidade de beneficiar o produto localmente	Não existe estrutura para beneficiamento de pescado (0) / Existe estrutura para beneficiamento de pescado (1)
Social	Conflito pelo uso da água na área do empreendimento	Existe (0) / Não existe (1)
	Capacitação dos usuários para atuar na atividade	Insatisfatória (usuários não receberam capacitação) (0) / Satisfatória (todos os usuários receberam capacitação) (1)
	Atuação da(s) organização(ões) social(is) dos usuários	Não existe aquisição de insumos e/ou comercialização de forma coletiva (0) / Existe aquisição de insumos e comercialização de forma coletiva (1)
	Consumo local da produção	Não existe ou eventual (0) / Prioridade (1)
	Segurança do empreendimento	Deficiente (existem casos de furto dos peixes e/ou depredação das estruturas) (0) / Eficiente (não existem casos de furto dos peixes e depredação das estruturas) (1)
	Adaptação dos usuários à atividade	Difícil (usuários nunca praticaram piscicultura ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (0) / Fácil (todos os usuários já praticaram piscicultura e/ou outra atividade zootécnica em sistema intensivo por pelo menos um ano) (1)
	Geração de empregos diretos no empreendimento, exceto auto empregos	Não existe (0) / Existe (1)