



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE
RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL
NA AMAZÔNIA



MAIARA BESSA FERREIRA

**TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABATETUBA: O USO DE VIVEIROS
ESCAVADOS**

BELÉM
2020

MAIARA BESSA FERREIRA

**TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS
ESCAVADOS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará.

Área de Concentração: Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Quaresma Maneschy

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro Almeida Flores

BELÉM
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)**

F383t Ferreira, Maiara Bessa
Tecnologias ambientais e o desenvolvimento da atividade
piscícola: : o uso de viveiros escavados / Maiara Bessa Ferreira.
— 2020.
86 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dra. Rosana Quaresma Maneschy
Coorientação: Prof. Dra. Maria do Socorro Almeida
Flores
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na
Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do
Pará, Belém, 2020.

1. Piscicultura. 2. Qualidade da água. 3. Alternativas
ecotecnológicas. I. Título.

CDD 639.31

MAIARA BESSA FERREIRA

**TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE
PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS
ESCAVADOS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará.

Área de Concentração: Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Quaresma Maneschy

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro Almeida Flores

Defendido e aprovado em: 20/01/2020

Banca examinadora:

Profa. Dra. Rosana Quaresma Maneschy - Orientadora

Doutora em Ciências
Agrárias Universidade
Federal do Pará

Prof. Dr. Christian Nunes da Silva - Membro interno

Doutor em Ecologia Aquática e
Pesca Universidade Federal do
Pará

Prof. Dr. Seidel Ferreira dos Santos - Membro externo

Doutor em Biodiversidade e
Biotecnologia Universidade do Estado
do Pará

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser meu amparo e minha luz diante das minhas limitações e aos meus familiares e amigos, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram na busca pelos meus ideais e objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA), da Universidade Federal do Pará (UFPA), professores, equipe técnica administrativa e colegas de turma pela oportunidade e apoio durante a pós-graduação. Em especial ao meu primeiro orientador no mestrado, o qual perdemos inesperadamente, o professor Dr. Sergio Cardoso de Moraes, quem me apresentou à comunidade e à associação para as quais desenvolvi esta pesquisa.

Minha gratidão à Dra. Rosana Quaresma Maneschky, minha orientadora, pela paciência, amizade e aos valiosos direcionamentos, além das sugestões, contribuições e discussões no decorrer do trabalho, desde o novo direcionamento do projeto até a redação final do relatório de pesquisa e na elaboração dos produtos.

Sou grata também à minha coorientadora, a Dra. Maria do Socorro Almeida Flores, pelo carinho, paciência, amizade, por todo o auxílio e valiosos ensinamentos em meus momentos de dúvidas e angústia desde a especialização, ocasião em que fora minha orientadora.

À Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Abaetetuba, Pará (SEMAGRI), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER) e à Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba (APROCIA) por todo suporte e acolhimento para a realização deste estudo.

Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de Abaetetuba e à Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) pelo apoio a pesquisa.

RESUMO

A poluição dos recursos hídricos é um dos maiores desafios a sustentabilidade, sobretudo um problema para as comunidades ribeirinhas na Amazônia, que sentem no dia a dia os impactos da poluição dos rios uma vez que a disponibilidade do pescado vem se tornando escassa. Para lidar com tal realidade muitas comunidades desenvolvem a piscicultura, cultivo de peixes em cativeiro, como alternativa para alimentação familiar e geração de renda. No entanto, a atividade piscícola por meio do acúmulo de resto de ração não consumida e excrementos dos peixes acaba gerando um efluente com alta concentração de nutrientes como nitrogênio e fosforo desencadeando um processo denominado eutrofização, que altera a qualidade da água. Essa condição induz a multiplicação de microrganismo que vão liberar substâncias tóxicas, impedir a penetração da luminosidade e diminuir a quantidade de oxigênio disponível para os peixes na água. Se o efluente é despejado sem tratamento é possível que polua cursos hídricos naturais de maior extensão. O objetivo desta pesquisa foi analisar a piscicultura em viveiros escavados na sede do município de Abaetetuba e verificar se tem sido realizada de acordo com a legislação ambiental vigente e que tipo de impactos podem gerar no meio natural. A partir do estudo de caso da estação de piscicultura na Comunidade Genipauba o objetivo específico foi oferecer proposições que possam contribuir para processos de tomada de decisões dos gestores públicos locais para contribuir com o desenvolvimento da piscicultura local, de forma que no manejo sejam integradas tecnologias ambientais.

Palavras-chave: Piscicultura. Qualidade da água. Alternativas ecotecnológicas.

ABSTRACT

The pollution of water resources is one of the greatest challenges to sustainability, especially a problem for the riverside communities in the Amazon, who feel on a day to day basis the impacts of pollution of rivers once the availability of fish is becoming scarce. To deal with this reality many communities develop aquaculture, fish breeding in captivity, as an alternative to family nutrition and income generation. However, the fishing activity by means of the accumulation of rest of ration not consumed and droppings of the fish ends up generating an effluent with a high concentration of nutrients such as nitrogen and fosforo unleashing a process called eutrophication, which changes the quality of the water. This condition induces the multiplication of micro-organism that will release toxic substances, to prevent the penetration of light and decrease the amount of oxygen available for fish in the water. If the effluent is disposed of without treatment it is possible that pollute natural water courses of greater extension. If the effluent is disposed of without treatment it is possible that pollute natural water courses of greater extension. The objective of this study was to analyze the fish in tanks excavated at the headquarters of the municipality of Coldwater and check if it has been performed in accordance with the environmental legislation in force and which type can generate impacts on the natural environment. From the case study of farming in the Community Genipauba the specific objective was to offer propositions that may contribute to decision-making processes of local public managers to contribute to the development of local farming, so that the management are integrated environmental technologies.

Keywords: Pisciculture. Water quality. Ecotechnology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de localização do município de Abaetetuba-PA	20
Figura 2	Atividade do curso de piscicultura ministrado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Abaetetuba-PA	22
Figura 3	Mapa de localização da comunidade Genipauba, situada no município de Abaetetuba-PA.....	24
Quadro 1	Características da atividade de piscicultura em viveiros escavados na sede do município de Abaetetuba-PA.....	43
Figura 4	Localização de projetos de piscicultura em viveiros escavados no município de Abaetetuba-PA.....	45
Figura 5	Árvores e palmeiras ao redor de viveiro escavado, Comunidade Genipauba, Abaetetuba – PA.....	46
Figura 6	Árvores e palmeiras ao redor de viveiro escavado, Ramal Arienga, Abaetetuba – PA.....	47
Figura 7	Aguapé (<i>Eichhornia Crassipes</i> (Mart.) Solms), Rio Genipauba, Abaetetuba-PA.....	48
Figura 8	Carta imagem da Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.....	51
Figura 9	Área da estação de piscicultura em Genipauba, Abaetetuba-PA.....	52
Figura 10	Ponte de acesso a estação de alevinagem, Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.....	57
Figura 11	Área construída de alvenaria para o manejo de alevinos, Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.....	57
Figura 12	Aspecto de viveiro escavado em Genipauba, Abaetetuba, Pará.....	58
Figura 13	Cristas em tanque escavado da estação da Comunidade Genipauba, Abaetetuba- PA.....	59
Quadro 2	Análise dos piscicultores sobre a piscicultura em viveiro escavado na comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.....	61

LISTA DE SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
ARQUIA	Associação das Comunidades Remanescentes de Quilombo de Abaetetuba
APROCIA	Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba
ADEPARÁ	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará
EPA	Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará
FOFA	Metodologia Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPA	Instituto Federal do Pará
LARC	Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NUMA	Núcleo de Meio Ambiente
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PMA	Pesquisa Municipal Agropecuária
PPGEDAM	Programa de Pós Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia
POEMA	Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia
PDF	Portable Document Format
PPM	Produção da Pecuária Municipal
SAF	Sistema Agroflorestal
SEMAGRI	Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Abaetetuba
SEMEIA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Abaetetuba
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEDAP	Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS ESCAVADOS	19
2.1	Métodos e técnicas utilizadas	19
2.1.1	Delimitação da área de estudo e suas características.....	19
2.1.2	Procedimentos metodológicos.....	21
2.1.2.1	Diagnóstico da piscicultura em viveiro escavado no município de Abaetetuba.....	21
2.1.2.2	Diagnóstico da estação de piscicultura na comunidade Genipaubá.....	23
2.2	Elaboração dos produtos da pesquisa	25
2.2.1	Descrição dos produtos.....	25
2.3	Fundamentação teórica	26
2.3.1	Aspectos gerais da piscicultura no Pará.....	26
2.3.2	Recursos hídricos e a piscicultura.....	28
2.3.3	Sustentabilidade, desenvolvimento local e tecnologias ambientais como alternativas.....	34
2.3.4	Plantas aquáticas como alternativa sustentável para depuração de água na piscicultura em viveiros escavados.....	36
2.3.5	Sistema agroflorestal integrado a piscicultura em viveiros escavados.....	40
2.4	Relato do desenvolvimento da pesquisa	42
2.4.1	Mapeamento da piscicultura em viveiro escavado no município de Abaetetuba/PA.....	42
2.4.2	Diagnóstico da estação de piscicultura na comunidade Genipaubá.....	50
2.4.3	Produtos da pesquisa.....	62
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	72
	Apêndice A- Ata de reunião sobre a proposta de pesquisa, Abaetetuba, 14.02.2019.....	72
	Apêndice B- Formulário para o levantamento sobre a atividade piscícola de viveiro escavado em Abaetetuba/ PA.....	73
	Apêndice C- Questionário para análise de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças.....	74

Apêndice D- Ficha agroecológica: Uso de plantas aquáticas flutuantes com capacidade de depuração da água em viveiros escavados.....	75
Apêndice E- Ficha agroecológica: Piscicultura em áreas de Desenvolvimento Agroflorestal.....	79
Apêndice F- Nota técnica.....	82
ANEXOS.....	88
Anexo A- ofício de manifestação de interesse na pesquisa enviado pela APROCIA ao PPGEDAM.....	88
Anexo B- Ofício de declaração de recebimento da pesquisa pela SEDAP ao PPGEDAM.....	89

1 INTRODUÇÃO

As características naturais e culturais do ambiente amazônico, favoreceram a pesca como uma das principais atividades para fonte de alimentação e renda. Nas comunidades tradicionais estabelecidas as margens dos rios, a pesca artesanal, a qual ocorre em pequena escala, no âmbito familiar para subsistência e distribuição para pequenos centros consumidores (FURTADO, 1981), foi sendo aprimorada a partir da relação entre a natureza e o conhecimento sobre os seus ciclos

Nessa interação do homem com a natureza, água tem um papel fundamental, e a pesca, como atividade relacionada a busca de alimento é um elo entre a vida na água e na terra (MORAES, 2007). Na Amazônia, para as populações tradicionais, o ato de pescar além de contribuir com a segurança alimentar, não se encerra em si pois agrega conhecimentos que foram sendo repassados pelas gerações, tecendo a importância da pesca para a região.

Ao observar a natureza, as populações tradicionais desenvolveram estratégias diversas com base no comportamento reprodutivo e alimentar de cada espécie e na oscilação das marés. Inicialmente a pesca era artesanal, com apetrechos simples, mas novas técnicas foram surgindo conforme a necessidade. Os mitos também integram essa relação e funcionam de certa forma como um controle sobre os recursos naturais.

A mãe da água impõe respeito sobre aqueles que utilizam os recursos aquáticos. Os pescadores sabem da existência dos mistérios e encantamentos das águas, por isso é comum entre eles fazer oferendas com votos de boas pescarias e de proteção contra os perigos (MORAES, 2007, p. 125).

A pesca exerce importante função social e cultural nas comunidades rurais ao mesmo tempo em que condições adversas exigem novas estratégias. Essas condições adversas estão relacionadas a disponibilidade e qualidade de recursos pesqueiros e recursos hídricos cuja utilização se intensifica para atender a demanda do crescimento populacional. Entre as consequências relacionadas a pesca no ecossistema amazônico, além da sobrepesca, mesmo os desmatamentos em florestas de área de várzea provocam alterações significativas na produção de ecossistemas aquáticos. Assim, muitas comunidades sobrevivem com base na agricultura familiar, na qual a criação de peixes se apresenta como alternativa não só de viés econômico pela possibilidade de geração de renda, mas também

pela segurança alimentar. O pescado apresenta valor nutricional de destaque pela qualidade de suas proteínas e presença de vitaminas do complexo B, A e D, minerais como cálcio e ferro e por ser fonte de ácidos graxos como o ômega- 3 (SATORI; AMANCIO, 2012).

A maior demanda por alimentos saudáveis torna a piscicultura uma alternativa viável e a Amazônia apresenta, nesse sentido, grande potencial pelas condições naturais como sua disponibilidade hídrica, clima e diversidade de espécies aquáticas. Muitos Estados brasileiros já obtiveram avanços na estruturação da atividade, porém outros, apesar das condições naturais privilegiadas ainda necessitam de investimentos (num contexto em que os rios por estarem recebendo grandes cargas de poluentes somadas à sobrepesca já não ofertam com abundância uma boa pescaria), é o caso do Pará, onde a criação de peixes de água doce é a principal atividade aquícola (BRABO, DE ARAÚJO FERREIRA, VERAS, 2016).

É relevante considerar que em comunidades ribeirinhas o acesso a água e aos recursos que dela são provenientes está se tornando uma preocupação pois a pesca é comprometida devido à escassez de peixes provocada pela influência da poluição. Rios, lagos e córregos passam por modificações devido seus usos múltiplos necessários ao desenvolvimento econômico ao mesmo tempo em que suas características físicas, químicas e biológicas são alteradas.

Essa é uma realidade observada na região de ilhas do município de Abaetetuba, no Estado do Pará, onde de seis em seis horas as marés dos rios influenciam o cotidiano da população ribeirinha, que tem sua realidade social e ambiental alterada também por grandes projetos implantados na Amazônia. Abaetetuba integra a microrregião conhecida como Baixo Tocantins, a segunda mais importante por estar as margens do segundo maior rio da Amazônia, o Tocantins (ALMEIDA, 2010).

Em estudo sobre o histórico da região, Almeida (2010) indica como consequência dos grandes projetos, o aumento de subempregos, situações de trabalho escravo em carvoarias, desmatamento, poluição dos rios e redução do pescado, um quadro socioambiental que passou a encaminhar os ribeirinhos na direção da agricultura familiar e na criação de organizações de representação camponesa.

De acordo com Silva Junior (2016), a partir da década de 1980, diante da redução do estoque pesqueiro, os agricultores passaram a cultivar peixes em viveiros escavados em área de várzea, atividade denominada piscicultura. Em contrapartida, a piscicultura por si só gera efluentes com grandes concentrações de nutrientes capazes de alterar a qualidade da água, o que também representa risco ao meio ambiente, especialmente aos recursos hídricos.

Goulart e Callisto (2003) demonstraram que fontes difusas de poluição provocam perda da qualidade e biodiversidade aquática. Entre essas fontes está a falta de saneamento básico adequado tanto na cidade quanto no meio rural, a quantidade de esgoto doméstico e industrial lançada diretamente nos recursos hídricos, tornando-o impróprio para o consumo humano e prejudicial ao ecossistema. A poluição das águas é, pois, um problema ambiental grave e coloca em risco a saúde humana bem como influência desequilíbrios ambientais.

Conforme Tundisi (2006) o despejo de águas residuárias e efluentes não tratados em ambientes aquáticos aumenta a concentração de nutrientes e desencadeia um processo denominado eutrofização, com proliferação de algas e florescimento de cianobactérias alterando a coloração da água, que passa a apresentar aspecto esverdeado, além disso a quantidade de oxigênio dissolvido diminui, devido a demanda biológica dos microrganismos, e a temperatura sofre elevação. Todas essas alterações na ecologia aquática interferem na sobrevivência de peixes e outras formas de vida.

Em decorrência desse contexto, comunidades tradicionais enfrentam dificuldades impostas pelas restrições ambientais e em vista disso é necessário buscar alternativas econômicas compatíveis com a identidade cultural e que garantam a segurança alimentar no meio rural. Esse propósito pode encontrar na agricultura familiar uma alternativa, por exemplo, com a piscicultura em associação com manejo sustentável e sistema agroflorestal.

Conquanto a agricultura também é fonte de poluição da água, na medida em que a produção de alimentos requer sua utilização excessiva juntamente com fertilizantes, o que combinado com alterações de drenagem influencia a eutrofização tornando-se um entrave para economias regionais e nacionais o que demanda melhorias na gestão de recursos hídricos e seus usos múltiplos (TUNDISI,2008).

Na medida em que cumpre seu papel como a alternativa para a produção de

alimentos, a aquicultura promove efeitos de impactos ambientais, pois existe em seus efluentes, cargas de nutrientes capazes de alterar as condições naturais de parâmetros químicos, físicos e biológicos (BOYD; SCHIMITTOU, 1999). Assim, a piscicultura como atividade da agricultura acelera a eutrofização de rios devido a descarga de seus efluentes, muitas vezes, não tratados (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

A água vem assim se tornando um recurso natural crítico em diversos aspectos e é fundamental viabilizar formas de recuperação e tratamento, finalidade para a qual já existem tecnologias, no entanto caras e muitas vezes inacessíveis em determinados contextos. Em contrapartida, muitas pesquisas foram e estão sendo desenvolvidas a fim de usar a natureza a seu próprio favor, de forma que a partir da intervenção do ser humano seja promovido o controle dos ecossistemas.

A gestão dos recursos hídricos, no contexto de aumento da poluição e contaminação da água por fontes difusas como industrial, doméstica e agrícola, está entre as discussões fundamentais relacionadas a impactos ambientais tanto no meio urbano quanto no meio rural. Como reflexo de tal preocupação a Constituição Federal de 1988 estabelece que é dever tanto do poder público quanto da coletividade defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Por sua vez a Lei nº 9.433, DE 9 de 8 de janeiro de 1997, ao estabelecer a Política Nacional de Recursos Hídricos, incorpora como um de seus fundamentos que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades” (BRASIL, 1997).

Embora a Amazônia apresente características favoráveis à atividade, a piscicultura na Amazônia apresenta diversos entraves, tais como a falta de infraestrutura básica, conhecimentos sobre a cadeia produtiva e zoneamento econômico- ambiental bem como a falta de um modelo de gestão eficaz que considere as características da região. De encontro a esse contexto, o Estado do Pará, por meio da Secretária de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, iniciou no ano de 2019 a elaboração do plano estadual para a pesca e aquicultura no Pará (SAMPAIO, 2019).

Nesse contexto questiona-se como se estrutura a piscicultura no município de Abaetetuba e quais os desafios para a sustentabilidade ambiental da atividade em viveiros escavados? Ressalta-se que a coleta, análise e produção de informações, nesta pesquisa, tem como intuito auxiliar na elaboração do plano

estadual para pesca e aquicultura no Estado do Pará, política pública que na data de apresentação deste relatório, está em fase final de estruturação para implementação no período de 2020-2025.

Esta pesquisa teve por objetivo geral analisar a piscicultura no município de Abaetetuba e apontar melhorias a partir do uso de alternativas ecotecnológicas para contribuir com a sustentabilidade ambiental da atividade. E mais especificamente: a) Mapear a piscicultura na sede do município de Abaetetuba; b) Realizar diagnóstico sobre a atividade de piscicultura na estação implantada na comunidade Genipauba;

c) Elaborar ficha agroecológica propondo o uso de plantas aquáticas e a integração de sistema agroflorestal como alternativa para mitigar impactos da piscicultura sobre a qualidade da água e reduzir a dependência de insumos externos; d) Elaborar nota técnica aos gestores locais com contribuição para melhoria da atividade de piscicultura em tanque escavado na sede do município de Abaetetuba, com ênfase na comunidade Genipauba a partir de tecnologias ambientais.

O relatório técnico-científico com os resultados da pesquisa foi organizado em três seções distintas (Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais). Na seção Introdução é a apresentada a problemática de pesquisa, objetivos e justificativa). Na seção Desenvolvimento foi apresentada a Fundamentação teórica, Descrição dos produtos, Métodos e técnicas utilizadas e o Relato de desenvolvimento do trabalho. Na “Fundamentação teórica” foram descritas a importância dos recursos hídricos e da piscicultura, contextualizou-se as tecnologias ambientais como alternativa para a sustentabilidade e o desenvolvimento local; e como as plantas aquáticas e sistemas agroflorestais podem ser integrados como alternativas ecotecnológicas na piscicultura.

Na “Descrição dos produtos” foi apresentada uma breve descrição das Fichas Agroecológicas e da Nota técnica. Em “Métodos e técnicas utilizadas”, foram descritas as etapas para a realização da pesquisa que vão desde a atividade de pesquisa de campo exploratória, levantamento de informações, entrevistas com os sujeitos envolvidos na piscicultura no município sede de Abaetetuba e elaboração dos produtos. No “Relato do desenvolvimento do trabalho” foram apresentadas informações sobre a piscicultura no município sede de Abaetetuba com ênfase na atividade piscícola de cativeiro desenvolvida na comunidade Genipauba. Nas

“Considerações finais” foram apontadas as possibilidades de uso das Fichas Agroecológicas e das informações do estudo de caso na Nota técnica.

A pesquisa está alinhada com os objetivos 2, 6 e 12 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável(ODS) das Organização das Nações Unidas (ONU), a saber:

Objetivo 2) Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável a partir de sistemas de produção resilientes; Objetivo 6) Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” e dentre as metas estão postos a eficiência no uso da água e o tratamento de efluentes e tecnologias de reuso; Objetivo 12) Assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis buscando alcançar entre outras metas, a gestão sustentável, o uso eficiente dos recursos naturais e o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos (ONU,2015)

Em virtude do contexto exposto, esta pesquisa está inserida na área de concentração Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, especificamente na linha de pesquisa Uso e Aproveitamento dos Recursos Naturais do Programa de Pós Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGDAM) do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Justifica-se pela possibilidade de contribuir para o desenvolvimento comunitário visando a sustentabilidade no meio rural, considerando que os problemas relacionados a piscicultura diminuem a produtividade e podem gerar impactos negativos ao meio ambiente, ao afetar os recursos hídricos, contexto que requer estratégias de controle, além de fornecer informações que poderão auxiliar a Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP) na estruturação e desenvolvimento do plano estadual para pesca e aquicultura no Pará para o período 2020-2030.

2 TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS ESCAVADOS

2.1 Métodos e técnicas utilizados

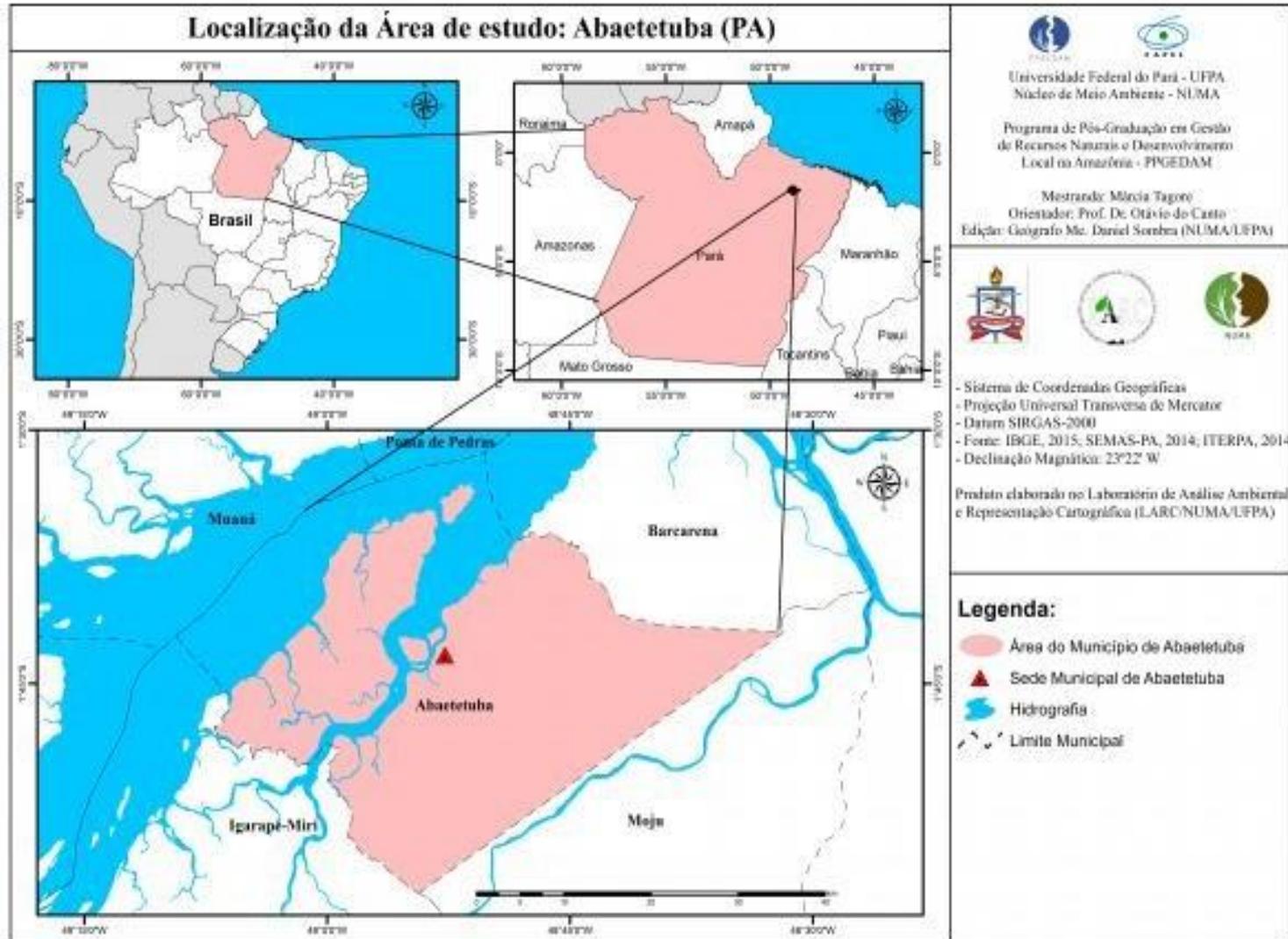
2.1.1 Delimitação da área de estudo e suas características

A região do Baixo Tocantins está localizada na região Norte do Estado do Pará e compreende 11 municípios: Abaetetuba, Acará, Baião, Barcarena, Cametá, Igarapé-Miri, Limoeiro do Ajuru, Mocajuba, Moju, Oeiras do Pará e Tailândia (IBGE, 2015). É caracterizado pela predominância de planícies alagáveis, conhecidas como área de várzea por sofrerem influência das marés dos rios. Podemos distinguir dois tipos de várzeas, a alta que só é inundada pelas marés de sizígia e de equinócio de ocorrência nos primeiros meses dos anos devido ao grande volume de chuva escoado nos rios, e a várzea baixa, que por sua vez é inundada duas vezes ao dia de acordo com a maré alta e baixa de influência gravitacional, permanecendo a maior parte do tempo alagada. Nesse ambiente é propício a prática de agricultura e criação de pequenos animais, como a de peixes em viveiros escavados (ALMEIDA, 2010).

Dentro desse território localiza-se a mesorregião Nordeste Paraense, onde, conforme Brabo, Ferreira e Veras (2016), o município Abaetetuba (Figura 1) é considerado o pioneiro em criação de peixes em área de várzea a partir do incentivo dado pelo Padre José da arquidiocese local.

Em 1994, foi inaugurada a Estação de Piscicultura do Baixo Tocantins no município de Abaetetuba, visando atender a demanda por formas jovens da região, em especial de espécies nativas, como o tambaqui, a pirapitinga *Piaractus brachypomus*, o curimatã e o piau. O empreendimento foi construído por cerca de 120 homens, que trabalharam por dois meses para concluir os viveiros de matrizes e de alevinagem, bem como criaram a Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba (APROCIA) para gerir a estação. A primeira desova de espécie reofílica na estação veio a acontecer apenas no ano de 1997, sob a supervisão técnica de Raul José Franco Ferreira (Engenheiro Agrônomo), na época, vinculado ao Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia (POEMA). Contudo, as atividades foram paralisadas por volta do ano 2000, quando a deficiência da organização social e a falta de técnico especializado inviabilizaram o seu funcionamento (BRABO, FERREIRA; VERAS, 2016, p. 606).

Figura 1. Mapa de localização do município de Abaetetuba-PA.



Fonte: IBGE; UFPA.NUMA. Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica, 2019.

Nesse município encontra-se a comunidade Genipauba localizada a oeste, na margem esquerda do Rio Genipauba, há cerca de 6 km da sede do município Abaetetuba, e seu acesso é intermediado pelo rio Maracatauíra, saindo do cais da cidade.

2.1.2 Procedimentos metodológicos

A abordagem da pesquisa é qualitativa, de cunho exploratório, que conforme Prodanov e Freitas (2013) é importante na busca de informações sobre determinado assunto, para estabelecer conexões entre suas múltiplas dimensões, que entre outras, nesta pesquisa, perpassa as dimensões social e ambiental. Assim a pesquisa é exploratória, utiliza estudo bibliográfico e visita de campo para observação e coleta de informações com entrevistas com informantes chave, tendo em vista conhecer a realidade atual da estação de piscicultura, a problemática do manejo e do uso do recurso hídrico nesses sistemas.

Por se tratar da abordagem de um fenômeno contemporâneo num contexto real e particular, tal qual o caso da piscicultura na sede do município de Abaetetuba e tendo como unidade caso a estação de piscicultura da comunidade Genipauba, esta pesquisa caracteriza-se como estudo de caso. De acordo com Yin (2001) o método de estudo de caso permite aproximar o investigador do fenômeno estudado, de maneira holística. Ressalta-se que esta dissertação apresenta-se em formato de relatório técnico científico.

2.1.2.1 Diagnóstico sobre a piscicultura de cativeiro no município de Abaetetuba

Na primeira etapa da pesquisa foi realizado levantamento bibliográfico, com estudo de publicações relacionadas à piscicultura, poluição de recursos hídricos, influência da piscicultura na qualidade da água, uso de plantas aquáticas e sistemas agroflorestais em integração com a piscicultura.

A pesquisa exploratória de campo iniciou em junho de 2018 a partir do contato com os informantes chave. Inicialmente foi contatado o sindicato de pescadores de Abaetetuba, representado pelo seu presidente, que viabilizou a comunicação com a Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (SEMAGRI) (representada por dois técnicos em agropecuária) e com representantes da APROCIA (Apêndice A).

A partir do contato com a SEMAGRI foram realizadas entrevistas não diretas com piscicultores da sede do município (Apêndice B). As entrevistas foram realizadas

durante o curso de piscicultura ministrado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) no Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de Abaetetuba, com apoio da SEMAGRI e Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER) e participação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEIA) (Figura 2). O curso ocorreu no período de 26 a 30 de agosto de 2019 e atendeu piscicultores, pescadores e interessados na busca por informações para o desenvolvimento da atividade. Foram entrevistados apenas os participantes que na ocasião já desenvolviam a piscicultura em suas propriedades. De forma geral buscou-se obter informações sobre a localidade do viveiro, estrutura, espécies cultivadas, quantidade anual produzida e destino da produção.

Figura 2. Atividade do curso de piscicultura ministrado pelo SENAR, Abaetetuba/ PA.



Fonte: SEMAGRI, 2019.

Durante o curso de piscicultura ministrado pelo SENAR, no SEBRAE em Abaetetuba, além do levantamento de informações para o mapeamento da atividade no município, foi possível conhecer as principais dificuldades pelos piscicultores participantes, os quais tiveram a oportunidade de conversar com representantes da SEMAGRI, SEMEIA, EMATER, ADEPARÁ e SEBRAE para expor suas demandas.

2.1.2.2 Diagnóstico da estação de piscicultura em Genipaubá

Na segunda etapa foi realizada visita de campo à comunidade Genipaubá (Figura 3) para observação, reconhecimento e interpretação do contexto da estação de piscicultura, a qual foi implementada na década de 90 por intermédio do Programa Pobreza e Meio Ambiente da Universidade do Pará (POEMA/UFPa) em cooperação com a Associação dos Produtores Comunitários das Ilhas de Abaetetuba (APROCIA).

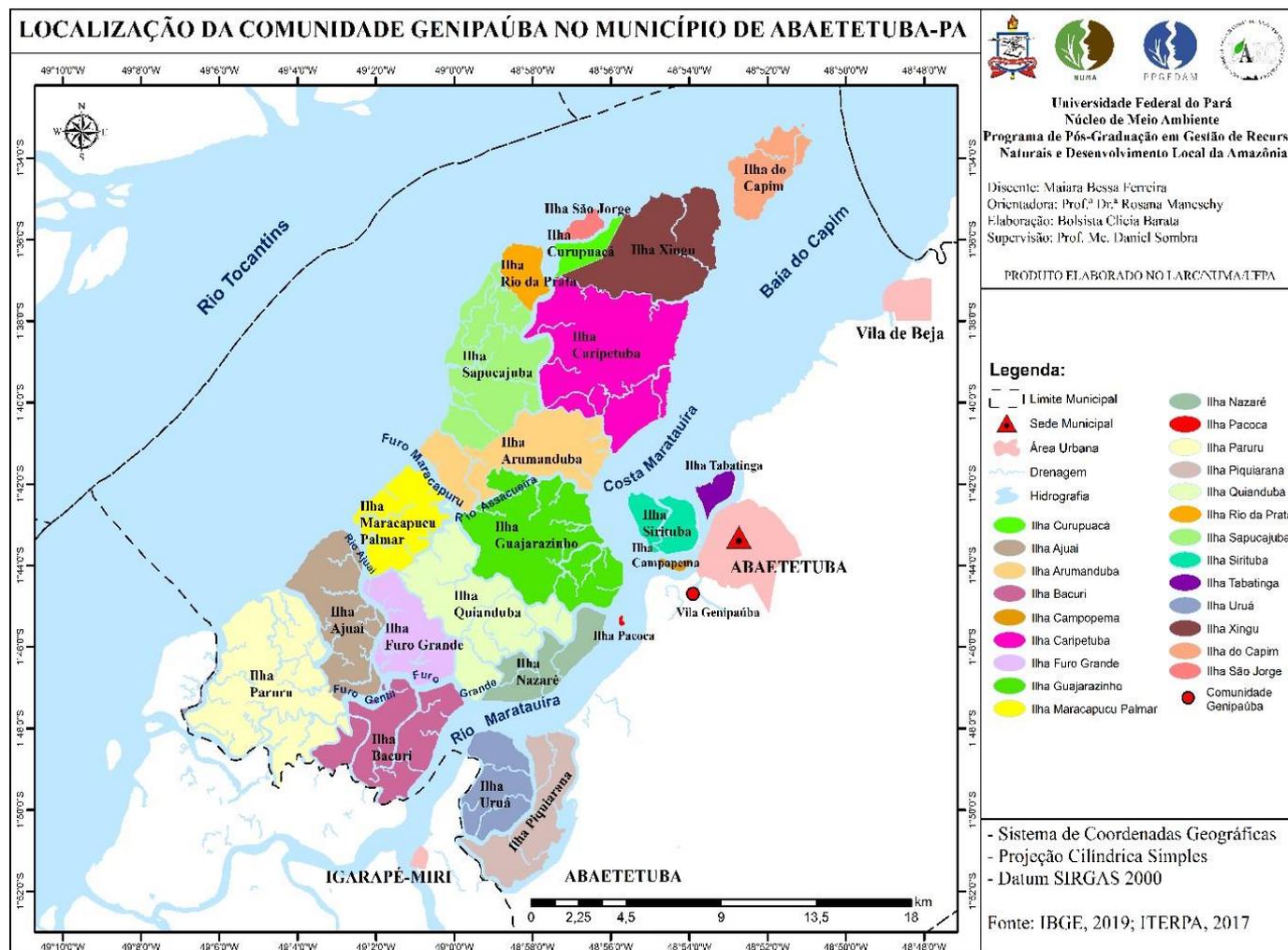
Foram realizadas reuniões com representantes da APROCIA e da SEMAGRI que mantêm de alguma forma uma relação com a estação de piscicultura, com o fim de apresentar a proposta da pesquisa e obter manifestação de interesse e autorização para pesquisa de campo no local. A comunidade Genipaubá localiza-se a oeste, na margem esquerda do Rio Genipaubá, há cerca de 6 km da sede do município Abaetetuba, e o acesso é feito por meio do rio.

A escolha dessa unidade caso se deu pois na comunidade existe uma das estruturas mais antigas de piscicultura de cativeiro no município. A comunidade integra o território de remanescentes do quilombo de Abaetetuba, desde junho de 2002 e tem como representante jurídico a Associação das Comunidades Remanescentes de Quilombo de Abaetetuba (ARQUIA).

O diagnóstico da estrutura da estação iniciou-se com caminhada juntamente aos piscicultores (informantes chave) percorrendo os limites da estação. Essa etapa serviu para conhecer o histórico da associação e do espaço de piscicultura, das mudanças ocorridas desde a inauguração/ instalação bem como a situação atual. Os dados foram obtidos em entrevista aberta, mas com perguntas norteadoras, e posteriormente foi aplicado um questionário semiestruturado (Apêndice B).

Ambos os métodos têm como objetivo a elaboração do diagnóstico, que, visa auxiliar na elaboração de um plano de ação para o desenvolvimento da atividade de piscicultura no local. Na análise desse processo, relacionando o passado e presente da estação, foi utilizada a metodologia FOFA (Apêndice C) de Chiavenato e Sapiro (2003), para levantar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que o espaço da estação de piscicultura apresenta. Essa metodologia indica a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças como fundamental no planejamento estratégico para projetos que se pretende implantar.

Figura 3. Mapa de localização da comunidade Genipaúba, situada no município de Abaetetuba-PA.



Fonte: IBGE; UFPA.NUMA. Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica, 2019

2.2 Elaboração dos produtos da pesquisa

As fichas agroecológicas foram elaboradas a partir do diagnóstico e análise da piscicultura da sede do município de Abaetetuba no intuito de apresentar soluções ecotecnológicas a partir de recursos naturais de ocorrência espontânea no território.

Foram elaboradas duas fichas agroecológicas “Uso de plantas aquáticas com capacidade de depuração da água em tanques de piscicultura” e “Agrofloresta para piscicultura”, com o intuito de valorizar as atividades econômicas nas dinâmicas territoriais, que, segundo Pecqueur (2009) envolve a existência ativos (como por exemplo as plantas macrófitas aquáticas aguapé e alface-d’água) que podem ser inseridas na atividade de piscicultura convencional transformando-a em uma atividade sustentável diminuindo os impactos ambientais da piscicultura em tanque escavado e a dependência de insumos externos a propriedade, gerando um produto orgânico, diferenciado.

A estrutura das fichas agroecológicas seguiram as diretrizes da Coordenação de Agroecologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no âmbito das “Fichas agroecológicas: Tecnologias apropriadas para agricultura orgânica”. O material foi desenvolvido no âmbito do Grupo de Pesquisa Tauã, do NUMA da UFPA. As fichas foram elaboradas em formato “pdf” a serem disponibilizadas para download gratuito na página do grupo de pesquisa¹.

Os mapas e carta imagem foram elaborados no software ArciGIS, com arquivos vetoriais em projeção cilíndrica simples orientados com datum SIRGAS 2000, pelo Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica (LARC), (NUMA/UFPA).

2. 2.1 Descrição dos produtos

Os produtos elaborados sistematizam o conhecimento científico adequado a realidade local a partir dos saberes sobre a piscicultura em viveiros escavados na sede do município de Abaetetuba e na antiga estação de piscicultura em Genipauba para contribuir com subsídios para a elaboração de políticas públicas municipal e estadual.

¹http://grupotaua.ufpa.br/index.php?option=com_content&view=article&id=33:2015-02-25-17-41-20&catid=23:2014-11-17-13-02-51&Itemid=32

O material é composto de uma nota técnica aos gestores locais com contribuição para melhoria da atividade de piscicultura em tanque escavado na sede do município de Abaetetuba e de duas fichas agroecológicas “Uso de plantas aquáticas com capacidade de depuração da água em tanques de piscicultura” e “Agrofloresta para piscicultura”.

As fichas agroecológicas disponibilizam informação técnica em linguagem simples e acessível de acordo com as diretrizes do MAPA (2016). As fichas versam sobre informações e orientações para boas práticas de piscicultura em tanques escavados propondo o manejo integrado com plantas aquáticas ou sistema agroflorestal como alternativa para mitigar impactos da piscicultura sobre a qualidade da água e reduzir a dependência de insumos externos. As fichas foram elaboradas com o uso do Software Office, em Word, com a seguinte formatação: Papel A4, Fonte Arial 12, Orientação Retrato, Margens esquerda e superior de 3 cm e Margens direita e inferior de 2 cm. As fichas ficarão disponibilizadas para compartilhamento por download em formato Portable Document Format – PDF (Formato Portátil de Documento) na página do PPGEDAM e do grupo de pesquisa Tauã.

A nota técnica foi elaborada a partir do diagnóstico sobre a atividade de piscicultura em viveiro escavado na sede do município de Abaetetuba, com ênfase na estação implantada na comunidade Genipauba, por ser uma das experiências mais antigas do município. Foram mapeadas as experiências de piscicultura em viveiros escavado no município, suas principais características e dificuldades, a fim de fornecer informações para contribuir com políticas públicas municipais e estaduais, portanto, ela será encaminhada para a SEMAGRI, SEMEIA, EMATER e auxiliar na elaboração do plano estadual para pesca e aquicultura no Estado do Pará, política pública que, na data de apresentação deste relatório de pesquisa, está em fase final de estruturação pela Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca para Implementação no período de 2020-2030.

2.3 Fundamentação teórica

2.3.1 Aspectos gerais da piscicultura no Pará

O Estado do Pará apresenta um grande potencial para a atividade pesqueira, uma vez que se encontra em região de grande disponibilidade de recursos hídricos

e biodiversidade. No entanto, a atividade passa por muitos desafios como a intensificação do consumo, a sobrepesca e o próprio inverno amazônico de dezembro a junho, que dificulta a pesca.

Conforme Brabo et. al (2014), esse cenário favorece o Estado no desenvolvimento da piscicultura, com grande diversidade de modalidades para criação de diversas espécies. Segundo dados apresentados no relatório de 2017 da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, o Estado do Pará é o segundo maior produtor em relação a pesca extrativista, com destaque para a pesca artesanal. De acordo com o Boletim Agropecuário do Pará 2017, na produção aquícola paraense se destaca a pesca continental, com 10.280t, 99% da totalidade (FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ, 2017)

A piscicultura continental, é modalidade realizada em água doce, é a mais praticada no Estado do Pará, podendo ser realizada em açudes particulares, viveiros de barragem, viveiros escavados, tanques, tanques-rede, gaiolas flutuantes e canais de igarapé, sendo o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) uma das espécies mais cultivadas (BRABO, DE ARAÚJO FERREIRA & CROVATTO, 2016).

Em 2011 foram provenientes dessa modalidade 10,2 toneladas de pescado (BRABO,2016). De acordo com o referido autor, é no Nordeste paraense que está localizada a maioria dos empreendimentos aquícolas. Segundo a Pesquisa Pecuária Municipal 2016 (PPM - IBGE), o Estado do Pará ocupa a 14ª posição na produção aquícola, com 13.011 toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

No cenário nacional, a Pesquisa de Pecuária Municipal 2017 realizada pelo IBGE apontou como as espécies de maior produção: Tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus 1757) com 58,4%, Tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 18,2%, Tabatinga -*Colossoma macropomum* (fêmea) + *Piaractus brachypomus* (macho) - e Tambacu - Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) com o macho de Pacu (*Piaractus Mesopotamicus*) - com 8,7% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Ressalta-se a existência da Lei n. 6.713 de 25 de janeiro de 2005 a qual dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola em todo o território do Estado do Pará.

Esta Lei dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola em todo o território do Estado do Pará, com o objetivo de promover o ordenamento, o fomento e a fiscalização da pesca e da aquicultura;

a exploração sustentável e a recuperação dos ecossistemas aquáticos; e o desenvolvimento econômico, social, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira e aquícola, bem como das comunidades envolvidas (PARÁ, 2005)

No que diz respeito ao ordenamento da aquicultura no Estado do Pará, a Política Pesqueira e Aquícola considera ilegal: o cultivo de espécies exóticas em sistemas abertos, falta de licenciamento ambiental para exercer a atividade, desvio de recursos hídricos naturais e ausência de controle e de uso de alternativas tecnológicas para tratamento de efluentes.

2.3.2 Recursos hídricos e a piscicultura

Na Amazônia as comunidades ribeirinhas, assim denominadas por possuírem forte relação com a floresta e com os rios, a partir dos quais constroem suas concepções sociais, culturais e seus modos de vida, convivem com os riscos ambientais como os relacionados à água, o que requer atenção e solução, que considere a cultura como elemento diferencial de cada sociedade.

Em Abaetetuba, os rios influenciam a identidade nativa, a subsistência, o trabalho e as relações sociais, mas apesar de estarem cercados por água, os ribeirinhos convivem com a falta de água tratada e potável (POJO; ELIAS; VILHENA, 2014). As comunidades tradicionais embora possuam modos peculiares passam assimilar em seus cotidianos outras manifestações, culturas e situações muitas vezes impostas pelo meio, o que acaba promovendo transformações e contradições (FRAXE; WITKOSKI; MIGUEZ 2009). Os referidos autores consideram que os modos de vida produzidos na modernidade transformam os costumes e saberes tradicionais pois os grupos sociais da Amazônia acabam integrando em seu cotidiano novos aspectos e consequências do mundo urbano. Logo, o avanço da modernidade nas atividades econômicas- produtivas ao trazerem benefícios trazem problemas socioambientais interferindo nas relações com a natureza e disseminando doenças.

A qualidade de vida no meio rural e no meio urbano está fundamentalmente associada a disponibilidade de água em condições físicas, químicas e biológicas adequadas. Em contrapartida, as próprias atividades humanas vêm ao longo do tempo comprometendo esses recursos naturais devido ao consumo excessivo e grande aporte de nutrientes e substâncias tóxicas (MORAES; JORDÃO, 2002).

A poluição não controlada altera o suprimento de água, aumenta os custos de tratamento, altera a pesca comercial, diminui a biodiversidade e afeta a saúde humana (TUNDISI, 2003). Para o referido autor, isso se deve ao uso múltiplo da água sem uma gestão adequada, e uma das principais fontes de maior utilização e poluição de tal recurso natural é a agricultura.

A poluição e contaminação de rios, lagos e represas, produzem impactos econômicos em razão da perda de atividades produzidas pelos usos dos recursos hídricos e pelos efeitos diretos e indiretos (TUNDISE; MATSUMURA-TUNDISI, 2011) Além dos reflexos na própria economia, a saúde humana é comprometida seja pela toxicidade ou pelo aumento de incidência de doenças de veiculação hídrica e também a saúde ambiental.

Quando imprópriamente manuseados e depositados, os despejos industriais atingem a saúde humana e a ambiental. Exposição humana (ocupacional ou não ocupacional) a despejos industriais tem conduzido a efeitos na saúde que compreendem desde dores de cabeça, náuseas, irritações na pele e pulmões, a sérias reduções das funções neurológicas e hepáticas. Evidências dos efeitos genotóxicos à saúde, como câncer, defeitos congênitos e anomalias reprodutivas, também têm sido mencionadas. Aumento de incidência de carcinomas gastrointestinais, de bexiga, anomalias reprodutivas e malformações congênitas tem sido encontrado em populações que vivem próximas a perigosos depósitos de despejo (MORAES; JORDÃO, 2002, p.375)

Portanto, além da escassez e consumo excessivo, a disponibilidade e qualidade de água é afetada pela falta de controle e tratamento de esgotos domésticos e industriais o que promove a contaminação por agentes patogênicos e tóxicos. Assim, a gestão da água no contexto de aumento da demanda pelos recursos hídricos e ampliação de fontes difusas de poluição e contaminação dos mesmos está entre as discussões fundamentais para a sobrevivência humana.

A poluição das águas é, pois, um problema ambiental grave e coloca em risco a saúde humana bem como influência desequilíbrios ambientais. O despejo de águas residuárias e efluentes não tratados em ambientes aquáticos aumenta a concentração de nutrientes e desencadeia um processo denominado eutrofização, com proliferação de algas e florescimento de cianobactérias (TUNDISI, 2006).

O aumento das algas e cianobactérias alteram a coloração da água, que passa a apresentar aspecto esverdeado, além disso a quantidade de oxigênio dissolvido diminui devido a demanda biológica dos microrganismos, e a temperatura sofre elevação. Todas essas alterações na ecologia aquática interferem na sobrevivência de peixes e outras formas de vida.

A agricultura também é fonte de degradação da qualidade da água na medida em que a produção de alimentos requer sua utilização excessiva e adição de fertilizantes, o que combinado com alterações de drenagem influencia a eutrofização tornando-se um entrave para economias regionais e nacionais o que demanda melhorias na gestão de recursos hídricos e seus usos múltiplos (TUNDISI,2008).

O estabelecimento de bacias hidrográficas dentro do contexto de governança da água é imprescindível para recuperação de sistemas aquáticos, o que requer também o uso de ecotecnologias e processos naturais (TUNDISI,2008). Em, 1981 foi instituída a Política Nacional de Meio Ambiente disciplinada pela Lei n.º 6.938. Essa lei é um importante instrumento de proteção ambiental e estabelece conceitos importantes:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora (BRASIL, 1981).

Tais conceitos são pertinentes para orientar e viabilizar ações que busquem o equilíbrio ambiental. A referida lei, em seu artigo 4º, estabelece entre seus objetivos, o inciso "I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico" (BRASIL,1981).

Em vista da necessária compatibilização do desenvolvimento econômico-social e a importância da participação da comunidade no processo de preservação do meio ambiente, podemos relacionar a produção de peixes em viveiros escavados e suas implicações ambientais. A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225º prevê que é dever tanto do poder público quanto da coletividade defender e preservar o meio ambiente para presentes e futuras gerações (BRASIL,1988).

A Lei nº 9.433, estabelecendo a Política Nacional de Recursos Hídricos em 8 de janeiro de 1997, incorpora como um de seus fundamentos no art. 1, inciso VI, que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades” (BRASIL, 1997).

Na gestão de recursos hídricos aspectos relacionados ao uso da água e descarte de efluentes devem estar entre as pautas principais de sistemas de produção tal qual a piscicultura, a qual é uma atividade de cultivo aquático, para criação de peixes, cuja saúde e reprodução depende, entre outros fatores, da qualidade da água (AMÉRICO et al., 2013).

Os restos de alimentos, as excretas dos peixes (amônia), o acúmulo de matéria orgânica, bem como a alta concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo são as principais fontes de poluentes na piscicultura pois alteram parâmetros físicos (temperatura, turbidez e sólidos em suspensão), químicos (ph, alcalinidade e dureza) que influenciam parâmetros biológicos (organismos vivos), interferindo na saúde e reprodução dos peixes (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

A qualidade da água na piscicultura está relacionada ao equilíbrio e monitoração de parâmetros como temperatura, ph, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade e nutrientes como fosforo e nitrogênio (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2007). Conforme os autores a temperatura influencia em processos fisiológicos dos peixes e deve estar entre 20 °C e 30 °C, esse fator também altera a concentração de oxigênio, que é o parâmetro mais importante.

O Ph² ótimo deve estar entre 6,5 e 9,5 pois valores abaixo de 4 ou acima de 10 causam mortalidade dos peixes, altos valores de condutividade elétrica indicam maiores níveis de decomposição o que significa maior aporte de nutrientes, por sua vez, a turbidez adequada reflete na penetração de luz, essencial para que algas realizem a fotossíntese e liberem oxigênio na água e elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio tendem a acelerar o processo de eutrofização (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2007).

A inserção de componentes orgânicos e inorgânicos nos sistemas de criação aumenta, portanto, a concentração de amônia, nitrato e fósforo, o que contribui para impactos negativos nos mesmos, como a eutrofização, processo que induz a multiplicação de microrganismo liberando toxinas e impedindo a penetração da luminosidade.

Tal situação somada ao manejo inadequado desses sistemas, compromete a qualidade da água e conseqüentemente do pescado. Como conseqüências os peixes ficam expostos a estresse, redução de resistência a infecções por bactérias e fungos e redução de consumo alimentar, o que vai influenciar no ganho de peso e diminuir a rentabilidade da atividade devido os custos que serão necessários para tratamento (CYRINO, 2010). Assim um dos problemas enfrentados nessa forma de cultivo é justamente a qualidade da água no viveiro, além disso, a necessidade de sua renovação, geralmente faz com que a água residual dos tanques de piscicultura seja liberada, sem nenhum tratamento, em ambientes aquáticos naturais, o que contribui para processo de eutrofização nos mesmos.

A amônia é o principal resíduo nitrogenado excretado pelos peixes, resultante do metabolismo proteico, e contribui para o aumento da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimentos, fezes e adubos orgânicos). No interior do viveiro a amônia é produzida pela conversão biológica do nitrogênio orgânico, sendo que a maioria das formas de nitrogênio disponível é proteica e é convertida para moléculas de amônia ou íons amônio, dependendo do pH. Em habitats aeróbicos, a nitrificação converte amônia para nitrato, que é reduzido por desnitrificação, onde o nitrogênio é volatilizado pelo processo microbiano, no qual o nitrato é convertido a gás e liberado para o ambiente. Em condições de baixo oxigênio dissolvido, favorecem o acúmulo de nitrito na água (MACEDO, SIPAÚBA-TAVARES, 2010, p. 152)

Portanto a piscicultura como atividade agropecuária exerce importante influência no processo de contaminação da água uma vez que acelera a eutrofização devido a descarga de seus efluentes, muitas vezes, não tratados (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010). Na medida em que cumpre seu papel como a alternativa para a produção de alimentos, a aquicultura promove efeitos de impactos ambientais, pois existe, em seus efluentes, carga de nutrientes capaz de alterar as condições naturais de parâmetros químicos, físicos e biológicos da água (BOYD; SCHIMITTOU, 1999).

A piscicultura está, portanto, entre as atividades econômicas que afetam a qualidade dos sistemas aquáticos, trata-se de uma forma de cultivo e produção de peixes em viveiros, que integra também sistemas econômicos de comunidades ribeirinhas. Os impactos relacionados a essa atividade figuram entre as discussões ambientais mais relevantes, pois a qualidade da água, recurso natural vulnerável a impactos como a eutrofização e é essencial ao equilíbrio dos ecossistemas e à realização de atividades econômicas.

² Significa "potencial hidrogeniônico", uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma determinada solução.

Como a piscicultura pode produzir efluente eutrofizado, de maneira geral, o efluente de piscicultura é bastante semelhante ao doméstico, com elevada demanda bioquímica de oxigênio, grande concentração de sólidos em suspensão e compostos nitrogenados e fosfatados (MACEDO, SIPAÚBA-TAVARES, 2010, p. 152)

A piscicultura é, portanto, uma atividade que precisa ter a qualidade da água avaliada pois alterações nos padrões físicos, químicos e biológicos da água influenciam no desempenho da produção e os efluentes da atividade são fontes de poluição para bacias hidrográficas a utilização de instrumentos como a determinação de padrões de qualidade ambiental é essencial para monitorar impactos e a partir dos resultados propor medidas de mitigação.

Como o efeito da atividade sobre a água pode gerar condições inadequadas para a produtividade e causar impactos negativos ao ambiente aquático, é necessário a integração de estratégias de controle. Nessa perspectiva, ao considerar a interação água-planta no processo de reciclagem da água, a depuração de efluentes com plantas aquáticas pode melhorar a qualidade da água ao diminuir a concentração de poluentes dos sistemas de piscicultura.

O manejo sustentável na piscicultura é objetivo na Lei 11.959, que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras:

Art. 1ª Esta Lei dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, formulada, coordenada e executada com o objetivo de promover:

I – o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como a otimização dos benefícios econômicos decorrentes, em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade;

II – o ordenamento, o fomento e a fiscalização da atividade pesqueira;

III – a preservação, a conservação e a recuperação dos recursos pesqueiros e dos ecossistemas aquáticos;

IV – o desenvolvimento socioeconômico, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira, bem como de suas comunidades. (BRASIL, 2009).

Nesse sentido, a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes estabelece:

Art.3º. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (BRASIL, 2011).

2.3.3 Sustentabilidade, desenvolvimento local e tecnologias ambientais como alternativa

O desenvolvimento econômico requer grande utilização de recursos naturais e na construção de produtos e processos de consumo o meio ambiente sofre alterações significativas por meio de resíduos e contaminantes advindos das atividades econômicas tal como a piscicultura, que exerce grande influência sobre os parâmetros de qualidade da água. Essa realidade remete à reflexão quanto ao desenvolvimento da sociedade e sustentabilidade dos recursos naturais.

Ao pesquisar os mais diversos conceitos sobre sustentabilidade ao longo da história, Boff (2017) indica a sustentabilidade como uma questão de vida ou morte, um comportamento que deve abranger todas as esferas e aspectos da sociedade visando garantir a capacidade de recuperação da natureza e garantia de meios dignos de sobrevivência a todos.

O referido autor reflete ainda sobre o fato de que apesar da intensa exploração dos recursos naturais muitos países não conseguem atender as necessidades da maior parte de sua população, um quadro socioambiental preocupante. Nesse sentido, Jacobi (1999, p.178) já refletia sobre a noção de sustentabilidade implicar “uma necessária inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento com capacidade de suporte”. Jacobi (1999, p.178) acentua ainda outro aspecto da questão:

O desenvolvimento sustentável não se refere especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto a viabilidade econômica como ecológica.

Em busca dessa forma de desenvolvimento existem outros aspectos e conceitos associados, pois conforme Vasconcellos Sobrinho (2013) desenvolvimento é um termo para referenciar não somente o crescimento econômico e modernização, mas também a qualidade de vida das pessoas dentro de suas comunidades de forma que possam deliberar e atuar em prol de melhorias.

Assim, a sustentabilidade deve envolver a coletividade, em ação conjunta que busque novas práticas diante do contexto econômico e ambiental, considerando o benefício da própria manutenção dos processos naturais pode. Exemplo disso é são as estratégias de baixo impacto como as tecnologias verdes, que demonstram a possibilidade de integração com outras atividades (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

Alternativas como essas podem integrar um movimento de governança ambiental em busca da sustentabilidade nas atividades econômicas mesmo em âmbito local. Para Jacobi e Sinisgalli (2012) a governança ambiental é um processo participativo de aprendizagem pelo qual diversos atores, governamentais ou não, buscam soluções para resolução de problemas locais.

Entende-se assim, a governança ambiental como uma lógica de cooperação com a natureza, que no caso específico da proposta desta pesquisa reside na busca da participação da comunidade para viabilizar alternativas que não envolvam tratamento químico na piscicultura e subsidiem o desenvolvimento local de maneira sustentável. O propósito é evidenciar a possibilidade de participação de pessoas, não necessariamente vinculadas ao âmbito formal, na articulação de forças para resolver temas concretos, como por exemplo, por meio de associações.

Mitschein e Chaves (2003) entendem o desenvolvimento local a partir da busca de estratégias dentro da realidade interna de uma comunidade, onde seus atores desenvolvam e transformem seu sistema socioeconômico sem depender exclusivamente do mercado externo. Em vista dessas discussões, nesta pesquisa, entende-se que comunidade e academia podem atuar conjuntamente em projetos de desenvolvimento local, buscando também viabilizá-los com apoio de órgãos, sem depender disso exclusivamente.

Para Oliveira (2008, p.250) tecnologia “é um conjunto de conhecimentos e informações organizados, provenientes de fontes diversas como descobertas científicas e invenções, obtidos através de diferentes métodos...”. Muitas tecnologias foram desenvolvidas ao longo do tempo para diversas finalidades. As problemáticas ambientais atraíram o olhar do desenvolvimento tecnológico devido a necessidade de diminuir impactos ao meio ambiente. Podemos assim então falar em tecnologia ambiental, termo abrangente que abarca uma série de termos disponíveis na literatura científica.

Jabbour (2010) ao fazer uma investigação sobre o conceito do termo tecnologia ambiental, encontrou uma diversidade de terminologias, tais como “tecnologia ambientalmente sustentável”, “tecnologias verdes”, “tecnologia limpa”, “tecnologia ambiental alternativa”, “ecotecnologia” entre outras. Partindo das reflexões do referido autor entende-se a tecnologia ambiental como processo que integra conhecimentos das ciências ambientais em situações práticas necessárias ao desenvolvimento social, mas que afetam os ecossistemas.

Assim, para viabilizar formas de recuperação e tratamento de ambientes que sofrem impactos ambientais já existem tecnologias, no entanto caras e muitas vezes inacessíveis em determinados contextos. Em contrapartida, muitas pesquisas foram e estão sendo desenvolvidas a fim de usar a natureza a seu próprio favor, de forma que a partir da intervenção do ser humano e de seu conhecimento sobre a natureza, seja promovido o equilíbrio dos ecossistemas.

Estudos mostram que plantas aquáticas podem auxiliar no processo de tratamento da água, ao considerar os mecanismos de fitorremediação de muitas plantas na degradação tanto de poluentes orgânicos como inorgânicos, em técnicas conhecidas como “jardins filtrantes” ou *wetlands*, os quais em associação com microrganismos auxiliam na depuração da água (PINHEIRO, 2017).

Da mesma forma, pesquisas em desenvolvimento apontam o benefício de sistemas agroflorestais para o equilíbrio ecológico, ciclagem de nutrientes e até mesmo absorção de efluentes de piscicultura, contribuindo para diminuição do impacto ambiental da atividade ao ecossistema (COELHO, 2019).

2.3.4 Plantas aquáticas como alternativa sustentável para depuração da água na piscicultura em viveiros escavados

A piscicultura é uma atividade que figura entre as principais causas da eutrofização dos ecossistemas aquáticos. A inserção de componentes orgânicos e inorgânicos nesses sistemas de criação aumenta a concentração de nitrato, amônia e fosforo, o que contribui para impactos negativos nos mesmos, como a eutrofização, processo que induz a proliferação de microrganismo produtores de toxinas, e algas impedindo a penetração da luminosidade e aumentando a demanda por oxigênio.

O manejo inadequado desses sistemas, compromete a qualidade da água nos viveiros, do pescado e do meio ambiente em torno, devido o descarte de efluente, sem tratamento. A comunidade Genipauba em Abaetetuba no Pará se insere nesse contexto, pois existe uma estação de piscicultura desativada, onde faz-se necessário o desenvolvimento de alternativas para melhorar aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados a atividade, uma vez que seus impactos diminuem a produtividade, propiciam a disseminação de doenças e degradam o meio ambiente, ao afetar os recursos hídricos, o que requer estratégias de controle.

Frente à necessidade de maior respeito às questões ambientais e diminuição de gastos, com a aplicação de estratégias de baixo impacto ambiental para a busca da melhoria da qualidade da água, pesquisas sobre os mecanismos naturais das plantas aquáticas apontam a fitorremediação como uma alternativa viável para melhorar a qualidade de ambientes poluídos, embora concluam ser impossível retomar a qualidade ambiental do ecossistema puro.

“As espécies de plantas aquáticas são vasculares e apresentam adaptações e desenvolvimento relacionado diretamente ao ambiente aquático, sendo também denominadas de macrófitas aquáticas” (COOK, 1996). Essas espécies são classificadas como bioindicadoras, as quais indicam o estado de uma área ambiental quantos aos impactos de poluentes, ou como fitorremediadoras, as quais possuem a capacidade de extrair poluentes da área ambiental.

Os mecanismos de fitorremediação (processo natural de depuração da água por meio de plantas) podem atuar sobre componentes orgânicos e inorgânicos presentes em águas residuais, os componentes orgânicos influenciam a demanda biológica e química de oxigênio (DBO e DBQ), que são medidas utilizadas para verificar a qualidade da água (DHIR, 2013). Portanto, a fitorremediação ocorre por processos naturais, internos ou externos à planta, que transformam os contaminantes em formas ou concentrações menos prejudiciais e podem reter materiais particulados em suas raízes.

No Brasil, Manfrinato (1989) escreveu uma das primeiras pesquisas do Brasil para avaliar o potencial de plantas aquáticas, na qual investigou a influência dessas plantas em associação com solos filtrantes em parâmetros como (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Fecais, Turbidez, Cor, e Substâncias químicas inorgânicas) indicando a eficiência do sistema com *Eichornia crassipes* na descontaminação da água para abastecimento público no rio Piracicaba, São Paulo.

De acordo com a Environmental Protection Agency (EPA, U.S, 2000) o termo fitorremediação foi empregado pela primeira vez em 1991 e diz respeito às relações das plantas com contaminantes na resolução de problemas ambientais de pequena e média amplitude, onde ocasionalmente pode ser preterida por apresentar baixo custo em relação a outros processos de recuperação de ambientes.

Para Landmeyer (2012), a fitorremediação refere-se à capacidade que as plantas possuem para a remoção de contaminantes do solo e da água e pode ser considerada uma alternativa de baixo impacto na remoção ou diminuição da

concentração de contaminantes por meio da absorção direta por folhas, raízes ou volatilização.

Os mecanismos de fitorremediação podem atuar sobre parâmetros da água como pH, temperatura, turbidez, condutividade elétrica e demanda biológica e química de oxigênio pois atua sobre a concentração de componentes inorgânicos e orgânicos, como nitrogênio e fósforo (DHIR, 2013). Cada espécie de planta apresenta mecanismos de fitorremediação de acordo com suas características e adaptações, para despoluição do meio ambiente, por meio de mecanismos indiretos como extração, degradação, imobilização e contenção, dependendo da espécie e diretos como a fitoextração, rizofiltração, fitodegradação, fitovolatilização e controle fitohidráulico (PINHEIRO, 2017).

Estudos apontam que plantas aquáticas, por serem excelentes filtradoras e despoluidoras são aplicáveis a recuperação do solo e da água (JESUS et al., 2015). Essa tecnologia da natureza já vem sendo aplicada na agricultura familiar a fim de minimizar os impactos causados pela atividade e já demonstra viabilidade técnica para tratamento de efluentes de piscicultura, por exemplo, com a finalidade de diminuir os efeitos nocivos de atividade. Por ser um processo que usa a própria natureza em sua própria recuperação, a fitorremediação possui grande viabilidade devido seu baixo custo, porém, é necessário realizar uma seleção adequada para a área onde a técnica será aplicada (VIEIRA et al., 2011).

Nessa perspectiva, ao investigar a influência de macrófitas aquáticas na diminuição das concentrações de nutrientes, matéria orgânica e indicadores microbiológicos de poluição e processos de eutrofização, na pesquisa intitulada “O uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água”, Diniz et al (2005) concluíram que nas áreas próximo ao açude monitorado em que houve maior desenvolvimento de macrófitas, foi possível perceber a redução de fósforo, nitrogênio e da demanda biológica de oxigênio, demonstrando “efeitos purificadores significativos frente aos impactos poluidores exógenos” (DINIZ et al., 2005, p.230):

Os inconvenientes apresentados por essas plantas estão associados ao seu crescimento excessivo e morte natural, visto que aceleram o assoreamento e elevam os teores de nutrientes durante sua decomposição. O manejo adequado é importante para evitar o assoreamento e manter seu poder de filtração, absorção e degradação do biofilme associado às raízes, podendo ser soluções ecológicas viáveis ou paliativas para a melhoria da qualidade da água de corpos aquáticos em processo de eutrofização (DINIZ et al., 2005, p. 230).

Ao buscar minimizar a eutrofização em tanques de piscicultura, Martins et al (2007) cultivaram a espécie *Typha dominguensis Pers*, avaliaram sua capacidade extratora por meio da biomassa acumulada e da taxa de nutrientes na matéria seca e remanescente da água e observaram uma remoção na água de até 87% de nitrogênio e 54% de fósforo adicionados, o que evidenciou eficiência e expressiva capacidade extratora da planta para os fatores avaliados.

Similarmente, Hussar e Bastos (2008) ao avaliarem o desempenho da macrófita aquática *Eichornia crassipes*, conhecida como aguapé, em três caixas de fibra de cimento-amianto de 500 litros, obtiveram resultados positivos na análise da variação média de vários parâmetros. Eles mostraram que após a fitorremediação houve queda significativa de 77,7% na demanda química de oxigênio e diminuição expressiva de nutrientes, com 76,9% para nitrogênio e 95,4% para fósforo, além disso a remoção da turbidez e os valores de pH mostraram-se satisfatórios para sistemas de piscicultura com *Tilapia rendalli*. Foi evidenciado resultado muito satisfatório para redução de nitrogênio e fosforo, que de forma geral são os principais elementos da causa da eutrofização de ecossistemas aquáticos.

Sousa e Vasconcelos (2016) para avaliar as alterações na qualidade da água depois de passar pelo viveiro de peixes e após tratamento com macrófitas, analisaram a variação de fatores como a temperatura, o ph e a concentração de nutrientes como nitrogênio e fosforo e observaram sua influência na qualidade da água nos viveiros concluindo que a macrófita *Pistia stratiotes* pode ser recomendada para tratamento mitigador de eutrofização de sistemas aquáticos uma vez que demonstrou eficiência na absorção de nutrientes e portanto pode minimizar os impactos da piscicultura.

Sipaúba-Tavares, Millan e Milstein (2016) ao avaliarem a influência de macrófitas sobre um sistema integrado de piscicultura em tanques-rede, para criação de Tilápias, com fluxo contínuo de água, observaram menor teor de fósforo total, sólidos totais suspensos, dureza, alcalinidade e condutividade e o maior teor de oxigênio dissolvido, no ponto próximo às macrófitas.

Coelho (2017) ao avaliar o potencial das espécies *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms (Aguapé), *Pistia stratiotes* L. (Alface-d'água), *Salvinia auriculata* Aubl. (Salvinia) concluiu que o aguapé demonstrou maior desempenho no tratamento de águas residuárias, com diminuição de N (90,4%), P (96,0%), K (95,6%), Ca (64,3%), Mg (97,0%), S (28,7%) e Na (49,5%).

Oliveira et al. (2018) ao avaliar a influência e eficácia das plantas aquáticas alface-d'água e aguapé nos efluentes de piscicultura de seis tanques, visando o tratamento de excretas de tilápias, carpas *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758) e do pintado da Amazônia (fêmea *Pseudoplatystoma punctifer* x macho *Leiarius marmoratus*), observaram a redução de concentração de amônia e nitrato na água dos tanques. Os dados levantados na referida pesquisa demonstraram influência positiva nos tanques em que a quantidade de plantas aquáticas integradas foi maior, para pequenas propriedades produtivas. Marchesi, Souza e Lima (2018) também obtiveram resultado semelhante a partir da associação do fito tratamento na piscicultura. reportando concentrações de amônia total, amônia não ionizada e nitrito, abaixo dos níveis considerados tóxicos para os peixes.

2.3.5 Sistema agroflorestal integrado à piscicultura em viveiros escavados

Os sistemas agroflorestais (SAF) integram prática de agricultura em perspectiva ecológica (agroecologia), pois considera que a diversidade de espécies animais e vegetais em conjunto podem contribuir para o sucesso na produtividade e manutenção dos processos ecossistêmicos, na utilização da terra para fins florestal, pecuário e agrícola (DUBOIS,1996).

Diante de problemas de baixa produtividade e degradação ambiental nos processos de agricultura, o desenvolvimento de sistemas agroflorestais se configura até mesmo como uma forma de manter as pequenas propriedades rurais, estabelecendo a agricultura familiar (SANTOS, 2002).Em cultivos agrícolas ou de animais o SAF deve apresentar elementos lenhosos e perenes como árvores e arbustos, além de considerar práticas de manejo que se conciliem a cultura local (MACEDO, 2000).

Entre as funcionalidades desses sistemas, Santos (2000) a revegetação de áreas degradadas, arborização de pastos, o fornecimento de alimentos para animais e classifica os SAF em protecionistas ou produtivos conforme o objetivo dos agricultores. Ao considerar a relevância da piscicultura para a segurança alimentar e o aumento de sua prática diante de problemas ambientais que interferem na disponibilidade natural de peixes nos rios, é importante viabilizar estratégias alinhadas a manutenção dos recursos hídricos.

Os SAFs podem ser uma estratégia integrada a piscicultura, fornecendo frutos e folhas como alimentos e matéria orgânica para adubação dos viveiros. Tal prática é forma sustentável e de baixo custo para o manejo de sistemas de piscicultura em viveiros escavados, para a qual é necessário conhecer a espécie de peixe cultivada, seus hábitos alimentares e selecionar a espécie de árvore adequada para integrar ao sistema agroflorestal que poderá fornecer, frutas, sementes, folhas e flores como forma de alimentação alternativa para os peixes (DUBOIS, 1996).

Em pesquisa preliminar, com base na literatura, Sousa (2017) indicou cinco espécies frutíferas e arbóreas para a alimentação do tambaqui em tanque escavado: seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), tucumãzeiro (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) e açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), sendo espécies nativas da região amazônica, e a bananeira, que não é nativa. Para o referido autor a adoção do sistema agroflorestal na atividade piscícola proporciona benefícios como suporte a alimentação dos peixes, regulação da temperatura do viveiro e adequação aos parâmetros de sustentabilidade ambiental.

Além de poder oferecer alternativa para a alimentação piscícola fornecendo uma dieta com menor quantidade de nutrientes que se tornarão poluidores, o sistema agroflorestal pode ainda minimizar os impactos dos efluentes dessa atividade, que são ricos em nutrientes como fósforo, nitrogênio e matéria orgânica. O excesso desses nutrientes é a principal causa de eutrofização de ecossistemas aquáticos receptores, e por isso recomenda-se o tratamento antes de seu descarte na natureza.

Freitas (2017) ao estudar característica agrônômica da leguminosa gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.), submetida a irrigação com água salobra com e sem efluentes de piscicultura, observou que seu crescimento e rendimento forrageiro da quando irrigada com água salina e efluente da piscicultura proporcionou incrementos na produção de matéria verde e seca para o corte da planta inteira, resultado superior ao obtido apenas com irrigação de água salobra.

Souza (2018), ao buscar economizar recurso hídrico de boa qualidade e diminuir o impacto do efluente de piscicultura com sua disposição adequada, avaliou a irrigação do milho crioulo com diferentes proporções de resíduos piscícola e mostrou que a irrigação do mesmo com até 75% do efluente mostrou-se viável melhorando características vegetativas e de decomposição do milho crioulo.

2.4 Relato do desenvolvimento da pesquisa

2.4.1 Mapeamento da piscicultura em viveiro escavado no Município de Abaetetuba/PA

Foram obtidas informações sobre cinco empreendimentos de piscicultura no município de Abaetetuba – PA. As entrevistas com informantes-chaves demonstraram que existem empreendimentos de piscicultura em viveiros escavados (Figura 4), sendo quatro em área de terra firme e um em área de várzea. Observa-se a proximidade dos empreendimentos de piscicultura analisados, com a sede do município de Abaetetuba, soma-se a isso a facilidade no acesso e para posterior escoamento da produção.

A produção do pescado, nos empreendimentos mapeados, tem por objetivo abastecer o mercado local e tem concentrado no cultivo das seguintes espécies: tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757), tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), pirapitinga *Piaractus brachypomus* (G. Cuvier, 1818), tambatinga, (cruzamento entre *C. macropomum* (fêmea) x *P. brachypomus* (macho) e matrinxã *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) As informações levantadas, para fins de visualização prática quanto as características principais que se buscou conhecer nesta pesquisa, foram dispostas no Quadro 1.

Dos cinco empreendimentos mapeados durante a pesquisa foram visitados quatro, o que permitiu uma noção mais concreta do funcionamento e condições dos mesmos, considerando também questões de acesso e infraestrutura. Entre as espécies citadas, a tilápia é um peixe exótico, podendo causar desequilíbrio no ecossistema aquático nativo. Quanto a isso a lei estadual nº 6.713, que dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola em todo o território do Estado do Pará em seu art. 29 considera o cultivo de espécies exóticas em sistemas abertos como atividade ilegal. Todos os entrevistados afirmaram escoar o efluente da piscicultura em meio natural sem realizar nenhum tipo de tratamento antes.

Essa condição tem como principal impacto a eutrofização de recursos hídricos adjacentes, esse impacto é causado devido à grande concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo ocasionando a proliferação de microrganismos como cianobactérias, que liberam toxinas e alteram a ecologia aquática (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Quadro 1. Características da atividade de piscicultura em viveiros escavados no município de Abaetetuba – PA.

Local Agroecossistema	Espécies cultivada	Número viveiros	Produção	Destino	Observações
Arienga Centro Terra firme	Tilápia Tambaqui	5	8 tonelada em intervalos de um ano	Feira do produtor e comunidades do município	Possui plantações de açaí e pupunha. Pretende usar o efluente de piscicultura para fertirrigação
Tauerá de Beja Terra firme	Pirapitinga	5	2,5 toneladas em intervalos de 16 meses	Mercado local	Possui plantações de açaí de terra firme. Descarta o efluente em meio natural, mas pretende usar para Fertirrigação
Itacuruça Terra firme	Tambaqui Tambatinga Matrixân	9 com 4 ativos	100kg por semana	Mercado local, na feira do agricultor	Possui plantações de açaí, cupuaçu, pupunha, laranja, piquiá e tangerina, irrigadas com o efluente de piscicultura
Jarumã Terra firme	Tambatinga Tambaqui	4	3 mil peixes no intervalo de 10 meses	Pretende atender demanda de merenda escolar, em parceria com o governo local	Os viveiros possuem olho d'água e foram escavados em área de proteção ambiental (APA). Planeja associar a piscicultura com criação de frango
Genipauba Várzea	Tambaqui	9	De 10 mil a 70 alevinos	Comunidade local e municípios próximos	Possui infraestrutura de laboratório de alevinagem desativada com viveiros escavados em conexão com o rio

Fonte: dados da pesquisa.

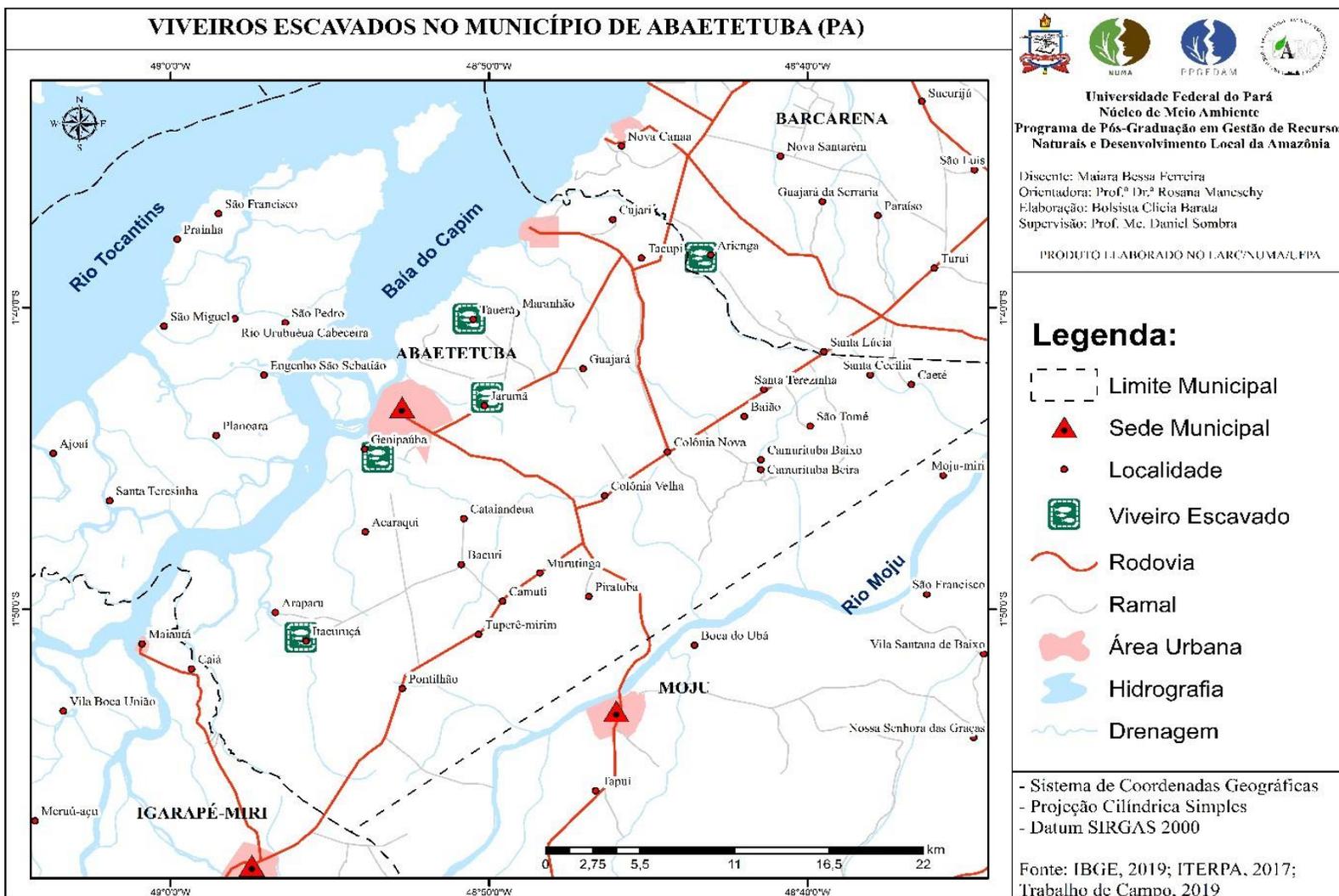
Dos cinco empreendimentos mapeados durante a pesquisa foram visitados quatro, o que permitiu uma noção mais concreta do funcionamento e condições dos mesmos, considerando também questões de acesso e infraestrutura. Entre as espécies citadas, a tilápia é um peixe exótico, podendo causar desequilíbrio no ecossistema aquático nativo. Quanto a isso a lei estadual nº 6.713, que dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola em todo o território do Estado do Pará em seu art. 29 considera o cultivo de espécies exóticas em sistemas abertos como atividade ilegal. Todos os entrevistados afirmaram escoar o efluente da piscicultura em meio natural sem realizar nenhum tipo de tratamento antes.

Essa condição tem como principal impacto a eutrofização de recursos hídricos adjacentes, esse impacto é causado devido à grande concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo ocasionando a proliferação de microrganismos como cianobactérias, que liberam toxinas e alteram a ecologia aquática (MACEDO; SIPAÛBA-TAVARES,2010).

Tal prática é considerada ilegal pela Política Pesqueira e Aquícola do Estado do Pará, Lei nº 6.713, de 25 de janeiro de 2005, a qual estabelece em seu Art. 29 “Para todas as classes aquícolas considera-se como atividade ilegal: VII – ausência de controle e de uso de alternativas tecnológicas para tratamento de efluentes” (PARÁ, 2005). Além disso é importante observar como a qualidade da água pode afetar a saúde dos peixes, pois quando não está adequada para o desenvolvimento dos peixes é mais propício que se proliferem parasitas, bactérias e fungos pois o sistema imunológico dos peixes é influenciado por fatores ambientais (TAVECHIO; GUIDELLI; PORTZ, 2018).

Quanto a qualidade da água na atividade piscícola é importante ressaltar a existência de sinais clínicos relacionados a presença de patógenos nos animais, tais como olhos opacos com desenvolvimento de lesões e exoftalmia, necrose dos filamentos branquiais, excesso de produção de muco, escurecimento do corpo e podem ser relacionados a falta de manejo adequado nos viveiros (DE LIMA, et. al, 2019). As doenças nos peixes são difíceis de identificar só por sinais clínicos, que são em muitos casos, semelhantes. Assim para identificar é necessário analisar amostras dos indivíduos, acompanhamento não habitual entre os piscicultores participantes da entrevista para mapeamento da piscicultura em Abaetetuba.

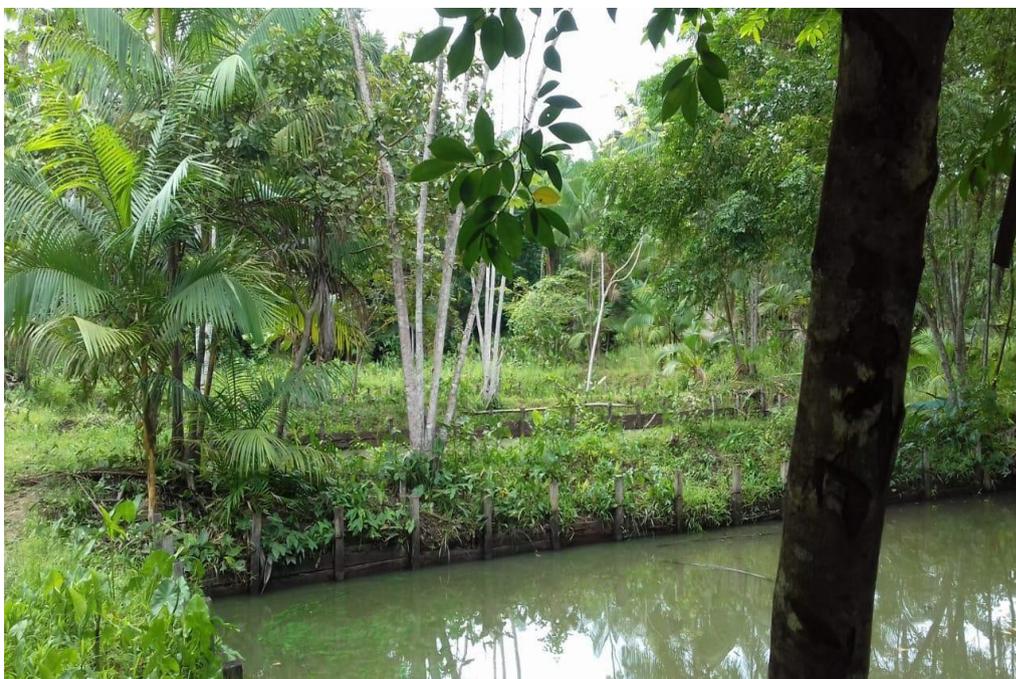
Figura 4. Localização de projetos de piscicultura em viveiros escavados no município de Abaetetuba – PA



Fonte: IBGE, UFPA. NUMA. Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica, 2019.

A qualidade da água nos viveiros dos empreendimentos mapeados não tem sido monitorada pelos piscicultores. Mas apesar dos piscicultores estarem causando impacto ambiental por conta do descarte inadequado do efluente, existe o interesse em utilizá-lo para fertirrigação dos cultivos, uma vez que diversificam a produção familiar com espécies frutíferas de palmeiras e citrus, principalmente, na forma de consórcio ou SAF. Além desse tipo de interação indireta entre a piscicultura e o sistema de cultivo SAF, observou-se em campo a presença de árvores ao redor dos viveiros (Figura 5).

Figura 5. Árvores e palmeiras ao redor de viveiro escavado, Comunidade Genipauba, Abaetetuba – PA.



Fonte: SEMAGRI, 2019.

Foi possível perceber a presença de árvores, arbustos e palmeiras em todos os empreendimentos visitados durante o mapeamento, o que permite constatar que a possibilidade de implantação do sistema agroflorestal é viável devidos a existência prévia de pequenas plantações como por exemplo a do açaí e de palmeiras ao redor do viveiros tal como no empreendimento visitado no ramal Arienga Centro (Figura 6).

Figura 6. Árvores e palmeiras ao redor de viveiro escavado, Ramal Arienga, Abaetetuba – PA.



Fonte: Maiara Ferreira, 2019.

Com objetivo de alcançar o uso eficiente dos recursos hídricos, pesquisas sugerem o uso do efluente de piscicultura para irrigação de cultivos agrícolas, o que pode diminuir custos com fertilizantes químicos e se adequar as demandas por sustentabilidade. Nesse sentido, Baioni et al. (2017) avaliaram o efeito da aplicação de efluente de piscicultura no desenvolvimento do consórcio cebolinha-coentro, com diferentes níveis de adubação química e verificou-se na produção de cebolinha um aumento do peso médio da planta inteira, folhas e raízes. No caso do coentro, observou-se melhor desenvolvimento da planta e raízes com utilização de efluente de piscicultura associado ao nível adubação recomendado para a cultura (100% NPK).

Assim também, Silva (2019) avaliou o potencial de uso do efluente de piscicultura associado com o uso de composto orgânico, como substituto da adubação química nas culturas da alface e pepino em sistema de cultivo sucessional em leiras a céu aberto e constatou incremento nutricional no solo das parcelas fertirrigadas com o efluente de piscicultura com o aumento do índice de saturação de bases e elevação do pH do solo.

Durante a pesquisa de campo foi observada a presença de plantas aquáticas flutuantes no rio Genipauba, como por exemplo o aguapé (Figura 7). O aguapé e a alface d'água são plantas aquáticas flutuantes naturais da bacia amazônica e podem ser facilmente encontradas em rios. O uso dessas plantas como alternativa ecológica no tratamento da água em tanques de piscicultura pode diminuir a dependência por insumos externos a propriedade e conseqüentemente os custos de manutenção e requer manejo adequado das plantas (MACEDO; SIPAÚBA- TAVARES 2010).

Figura 7. Aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), Rio Genipauba, Abaetetuba/PA.



Fonte: Maiara Ferreira, 2019.

O ideal é que formas jovens das plantas sejam priorizadas e o manejo racional não deve permitir que as plantas cubram mais que 30% do tanque. Essa tecnologia ambiental pode ser implantada nos viveiros escavados, dentro de gaiolas que permitam a passagem da água. Dessa forma é possível controlar e monitorar melhor o sistema. As plantas aquáticas flutuantes se proliferam rapidamente, por isso é importante manter seu controle populacional. O excesso de plantas precisa ser corretamente destinado, podendo ser usado como adubo para cultivos agrícolas (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES 2010).

Em uma das experiências levantadas foi relatada a construção de viveiros escavados em olho d'água na área de proteção ambiental (APA) em unidade de produção familiar. O piscicultor tem interesse de associar a piscicultura com criação de frango.

Conforme a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências:

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (BRASIL, 2000).

Em Áreas de Proteção Ambiental é possível a implementação de empreendimentos aquícolas, desde que atenda exigências previstas nas legislações ambientais. A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelece que:

Art. 10. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental.

Nos termos da Política Nacional de Meio Ambiente, o principal agente competente para licenciar atividades potencialmente causadoras de impacto ambiental é o órgão Estadual de meio ambiente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), reservando-se ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) órgãos federais, e ao município, competência de caráter supletiva.

No entanto, a Lei complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011 trouxe novo direcionamento para competência do licenciamento para empreendimentos em Áreas de Proteção Ambiental. Essa competência poderá ser tanto da União, como do Estado ou do Município dependendo da amplitude do impacto da atividade. Se local, caberá ao município. Se regional caberá ao Estado e se nacional, ou internacional, caberá à União. Quando o município não possuir órgão ambiental capacitado para o licenciamento a competência é do Estado.

Dos empreendimentos mapeados apenas um possui o licenciamento ambiental e a outorga da água, outro apresenta documentos vencidos e os demais não os possui.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um dos instrumentos da Lei 9.443, de 8 de janeiro de 1997, que trata da Política Nacional de Recursos de Hídricos. Tal instrumento visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

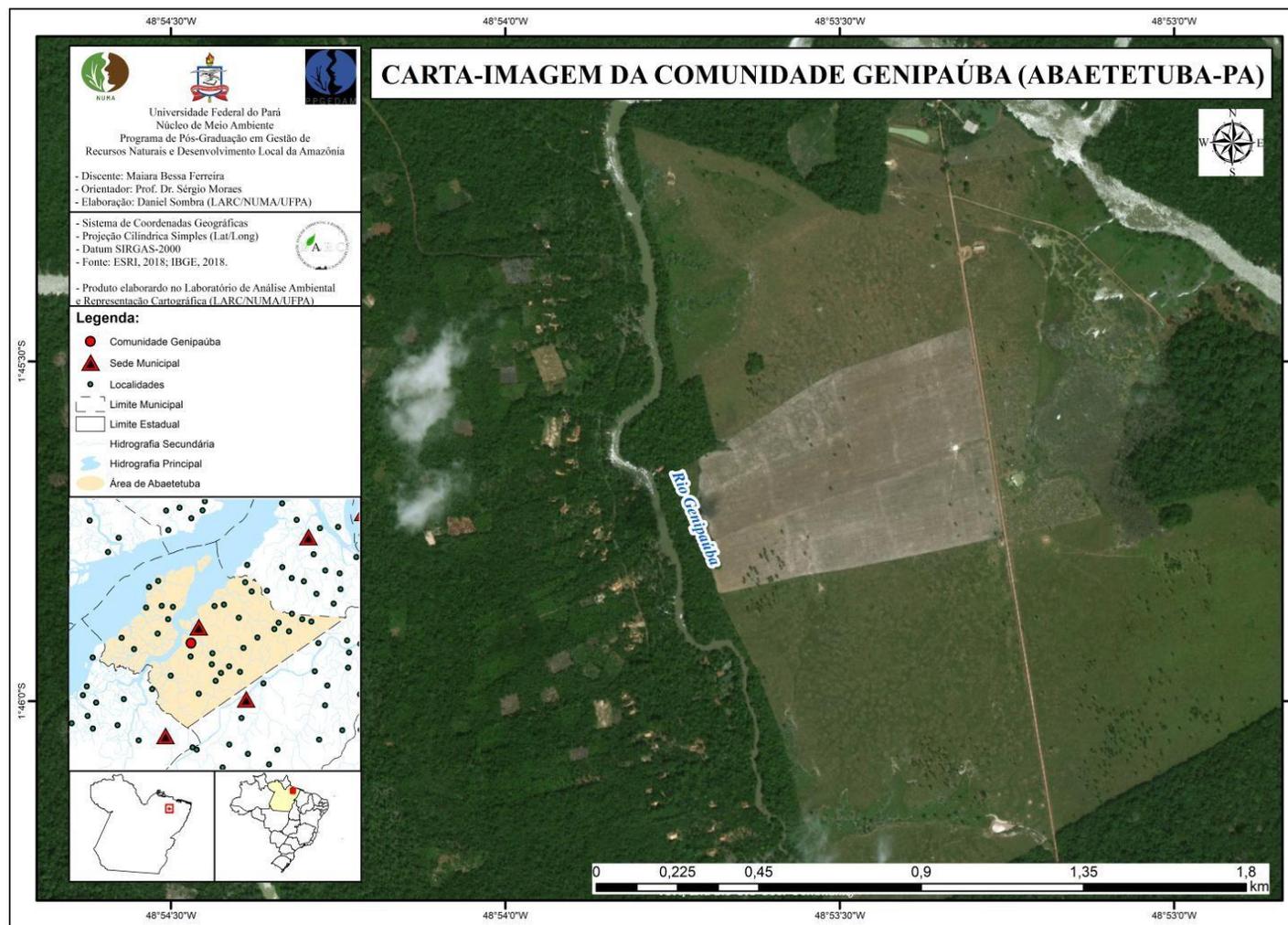
Observa-se de acordo com a legislação a necessidade de aquicultura adequar-se a tais exigências uma vez que o meio principal para a atividade é a água. Nesse caso, para o empreendimento onde existe um olho d'água no viveiro escavado, proximidade com igarapé e localização dentro de área de proteção ambiental, será necessário a realização de ajustes e adequações conforme a legislação de pesca e aquicultura.

2.4.2 Diagnóstico da estação de piscicultura na comunidade Genipauba

A comunidade Genipauba localiza-se de forma estratégica, a cerca de 6 km da sede do município Abaetetuba (Figura 8) . É uma comunidade tradicional remanescente de quilombola, que tem na agricultura e na pesca a sua fonte de alimento e renda. Sua infraestrutura de saneamento, luz, água, educação e saúde ainda é precária.

No primeiro contato com a comunidade, foi realizada uma reunião de apresentação, mais especificamente com os comunitários diretamente envolvidos com a estação de piscicultura na presença de dois técnicos representantes da SEMAGRI. Nesse momento foi possível fazer o reconhecimento do lugar e sua infraestrutura bem como estabelecer uma ponte de comunicação com os comunitários.

Figura 8. Carta imagem da Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.



Fonte: IBGE, NUMA UFPa. Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica, 2019.

O segundo encontro com os comunitários foi para apresentação formal da proposta da pesquisa com Termo de Anuência Prévia, o qual apresentou a problemática, os objetivos, as etapas para execução do projeto a fim de esclarecer o que se propõe com o estudo, que busca integrar em seu processo a universidade, a comunidade local e a SEMAGRI.

Ao final da reunião ficou acordado por meio da assinatura da ata de reunião (Apêndice A), pelos presentes, que a pesquisa seria desenvolvida de acordo com um planejamento prévio realizado em conjunto com os envolvidos. Posteriormente a reunião foi conduzida até a área da estação de piscicultura em Genipaubá (Figura 9), onde deu-se a entrevista com membros da APROCIA e visita às instalações da estação.

O diagnóstico na estação de piscicultura localizada em Genipaubá, observando a infraestrutura e suas possibilidades produtivas, indicam a necessidade de serem realizadas intervenções para a revitalização dos viveiros escavados e sua inserção sustentável no contexto produtivo da comunidade.

Ao mesmo tempo as visitas de campo na estação indicam a possibilidade de implantação do SAF ao redor dos viveiros, pois os mesmos já apresentam algumas árvores ao redor, além disso a presença de plantas aquáticas no rio Genipaubá também proporciona a utilização dessa tecnologia ambiental no local.

Figura 9. Área da estação de piscicultura em Genipaubá, Abaetetuba- PA.



Fonte: Maiara Ferreira, 2018.

A partir das observações em campo e do levantamento de pesquisas já realizadas a respeito da integração de plantas aquáticas e de sistemas agroflorestais com a piscicultura, durante esta pesquisa, foram desenvolvidas duas fichas agroecológicas (Apêndice D e Apêndice E) com o intuito de disponibilizar informações técnicas sobre essas tecnologias ambientais, de forma resumida, com linguagem simples e acessível, propondo essa integração na busca pela mitigação de impactos ambientais da atividade piscícola.

No período entre a primeira visita de campo (06.06.2018) e a segunda visita (14.02.2019) foi possível perceber que a água nos viveiros já estava eutrofizada por apresentar uma coloração muito esverdeada e os peixes boquejavam muito na superfície, indicando o baixo índice de oxigênio dissolvido naquele ambiente.

Nesse período também foi relatado pelos informantes chave ligados diretamente a estação, a perda de grande parte do cultivo de peixe por morte dentro dos viveiros, provavelmente devido a qualidade da água já comprometida por falta de oxigênio, tratamento e recirculação de água.

Segundo os piscicultores, os peixes que sobreviveram foram alocados em viveiro que passou por limpeza e troca de água, porém o período de chuva e maré alta fez com que a água do rio Genipauba invadisse o viveiro levando para o rio os que havia sobrevivido. Tal realidade denota necessidade de alternativas para o contexto local, a exemplo de plantas aquáticas com potencial de depuração e sistema agroflorestal integrado. A integração dessas alternativas demonstra-se viável pois existem plantas aquáticas no ambiente lótico local e espaço para sistema agroflorestal na estação estudada.

Tal constatação permite perceber a importância da elaboração do diagnóstico e das fichas agroecológicas com informações e orientações para boas práticas de piscicultura em viveiros escavados, propondo o manejo das plantas aquáticas e a integração de sistema agroflorestal, recursos disponíveis na comunidade local, como alternativa para mitigar impactos da piscicultura sobre a qualidade da água tendo em vista que tecnologias de filtragem e depuração da água nem sempre são acessíveis, por exemplo, no caso de comunidades tradicionais como a Comunidade Genipauba em Abaetetuba, Pa.

A necessidade de melhorias sociais e econômicas é um fator propulsor do desenvolvimento de estratégias para ampliar a produtividade de diversos setores. No entanto, na própria natureza é possível encontrar alternativas como tecnologias ambientais, tal qual plantas aquáticas com capacidade de depuração da água e integração de sistema agroflorestal para assimilação do efluente de piscicultura. A integração dessas tecnologias ambientais em sistemas de piscicultura já vem sendo estudada na comunidade científica e demonstra resultados promissores na mitigação de efeitos negativos da atividade.

No uso de plantas aquáticas a espécie que se destaca para a depuração da água é a *Eichhornia crassipes*, em sua forma jovem. Também conhecida como aguapé, essa planta é naturalmente encontrada em rios da Amazônia, o que torna sua utilização acessível e de baixo custo, mas seu manejo requer atenção e monitoramento constante pois o ideal é que não tome mais que 30% do sistema de piscicultura em que for implantada. Por sua vez, a integração do sistema agroflorestal pode ser benéfica pois pode oferecer uma alternativa para a alimentação piscícola bem como aproveitar os nutrientes em excesso presentes no efluente de piscicultura, que em outros ambientes poderia causar impactos, mas para as plantas funciona como adubo. As visitas de campo realizadas na estação de alevinagem e piscicultura na Comunidade Genipauba indicam a possibilidade de implantação do SAF ao redor dos viveiros, pois os mesmos já apresentam algumas árvores em suas cristas, além disso a presença de plantas aquáticas no rio Genipauba também proporciona a utilização dessa tecnologia ambiental no local.

O diagnóstico da estação pressupõe a possibilidade de sua reestruturação e reativação para atender demanda de alevinos das 72 comunidades de Abaetetuba, na expectativa de se tornar um laboratório para espécies nativas, espaço para treinamento e pesquisa de estudantes e professores relacionados a área de conhecimento de forma a desenvolver a piscicultura como prevenção a problemática relacionada à questão de segurança alimentar. As fichas agroecológicas desenvolvidas poderão auxiliar na difusão de conhecimentos agregando informações para o desenvolvimento da piscicultura na estação, proposições que podem ser estendidas a outros projetos de piscicultura tais quais os mapeados nesta pesquisa.

A necessidade de melhorias no âmbito social e econômico é um fator propulsor do desenvolvimento de estratégias para ampliar a produtividade de diversos setores. Nesse sentido, a pesca é um espaço promissor no meio rural; a produção de espécies nativas em laboratório de reprodução e alevinagem revela uma grande oportunidade, não somente para o repovoamento dos rios e lagos e produção de proteína de qualidade, mas também para a geração de emprego, renda e alimento para populações que têm a pesca e a aquicultura como atividade principal. Uma estação de reprodução e alevinagem requer avaliação de aspectos como os estruturais, físicos, climáticos, econômicos, a disponibilidade de mão de obra, escolha de espécie e conhecimento de seu ciclo e manejo reprodutivo adequado (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017). Esses são alguns fatores que podem influenciar no sucesso de um laboratório de alevinagem.

Na comunidade Genipauba localizada no município Abaetetuba encontra-se uma estrutura que fora um laboratório de reprodução e alevinagem na década de 80. A referida comunidade integra o território de remanescente de quilombo de Abaetetuba, desde junho de 2002, o qual tem como representante jurídico a Associação das Comunidades Remanescentes de Quilombo de Abaetetuba (ARQUIA).

Em virtude da importância histórica dessa Estação de Alevinagem e Piscicultura, foi elaborado este diagnóstico, a partir de cooperação entre Mestranda do PPGEDAM e Técnicos em Aquicultura/Pesca da SEMAGRI com apoio de membros da APROCIA. A APROCIA se mostrou muito receptiva ao estudo e encaminhou um ofício ao programa de pós-graduação, manifestando interesse nos resultados dessa pesquisa (Anexo A).

Com informações técnicas e de registros históricos obtidos a partir de pesquisa bibliográfica, observação participante e entrevistas com informantes chave, o objetivo deste diagnóstico foi realizar um levantamento da situação atual da estação de piscicultura a fim de subsidiar a proposição de um plano de ação que promova melhorias dentro do espaço, tendo em vista a necessidade de reativação do mesmo. O diagnóstico da estrutura da estação realizado em caminhada juntamente com os informantes chave percorrendo os limites da estação (interação entre representantes da UFPA, SEMAGRI e APROCIA).

Em 1994, foi inaugurada a Estação de Piscicultura do Baixo Tocantins no município de Abaetetuba, visando atender a demanda por formas jovens da região, em especial de espécies nativas, como o tambaqui, a pirapitinga *Piaractus brachypomus*, o curimatã e o piau. O empreendimento foi construído por cerca de 120 homens, que trabalharam por dois meses para concluir os viveiros de matrizes e de alevinagem, bem como criaram a Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba (APROCIA) para gerir a estação. A primeira desova de espécie reofílica na estação veio a acontecer apenas no ano de 1997, sob a supervisão técnica de Raul José Franco Ferreira (Engenheiro Agrônomo), na época, vinculado ao programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia (POEMA). Contudo, as atividades foram paralisadas por volta do ano 2000, quando a deficiência da organização social e a falta de técnico especializado inviabilizaram o seu funcionamento. (BRABO, FERREIRA; VERAS, 2016, p. 606)

As informações levantadas indicam que a estação de piscicultura foi instalada em sistema de mutirão na comunidade Genipauba em 1994 com a finalidade de funcionar como um laboratório de alevinagem para repovoamento dos rios e distribuição de alevinos de espécies como curimatã *Prochilodus scrofa* e tambaqui *Colossoma macropomum* para abastecer comunidades locais, e municípios próximos como Ponta de Pedra, Muaná, Igarapé Miri, Cametá, Moju, Barcarena e aldeias em São Domingos do Araguaia.

O desenvolvimento inicial das atividades se deu com a supervisão técnica do Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia da Universidade Federal do Pará, o qual conseguiu o objetivo de reproduzir as “matrizes” da espécie *C. macropomum*. Segundo informações fornecidas por membros da APROCIA, com investimento do governo municipal, a estação chegou a realizar três etapas de reprodução para repovoamento dos rios, sendo a primeira com dez mil alevinos, a segunda com 50 mil e a terceira com setenta mil.

Os informantes chave relatam que após alcançar o objetivo experimental, o POEMA entregou a administração para a APROCIA sem, no entanto, capacitar adequadamente os membros para que houvesse sucesso na continuidade da produção de alevinos, que dependia de insumos como ração e o hormônio hipófise para estimular a reprodução, materiais de custo elevado. Tais percepções foram extraídas das seguintes falas:

“O projeto não foi feito com a intenção de expandir, quando o administrador faleceu ninguém tomou conhecimento de como fazer e parou” (Informante 1)

“Quando o POEMA saiu, nós tivemos dificuldades para conseguir materiais como a hipófise que é muita cara, chegamos a pagar mais setecentos reais em poucas gramas” (Informante 2)

“O POEMA conseguiu o objetivo de reproduzir os peixes, alcançou os resultados e entregou para a população. Para o ciclo de reprodução tinha que ter uma pessoa com conhecimento técnico, o que a estação não tinha porque todo dinheiro era para fazer pagamento, então os peixes começaram a ter alimentação inadequada, os custos eram muito altos e os recursos eram poucos para manter a mão de obra, a alimentação dos peixes e a manutenção do espaço” (Informante 3)

Assim, a falta de técnico para orientar a produção, a ausência de capacitação dos comunitários e a falta de capital para investir em insumos como alimentação e equipamentos de trabalho estão entre as principais causas apontadas para a estagnação da estação. Além desses fatores também foi citado o fator “político”, relacionado a troca de gestores no governo, por exemplo, pois segundo os informantes, a mudança de partido de um governo para outro fez com que fosse paralisado o investimento que o município estava fazendo na época. O diagnóstico revela que o terreno da estação pertence à APROCIA a qual possui quinze membros ativos, o acesso ao local se dá por uma ponte de madeira (Figura 10).

Figura 10. Ponte de acesso a estação de alevinagem, Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.



Fonte: SEMAGRI, 2019.

A infraestrutura existente apresenta uma área total, que além dos viveiros escavados apresenta duas construções em alvenaria (Figura 11), uma destinada a administração e manipulação da produção e a outra destinada a apoio para pessoal tendo cozinha e dormitório.

Figura 11. Área construída de alvenaria para o manejo de alevinos, Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA.



Fonte: Sérgio Moraes, 2019.

São nove viveiros escavados (no tempo da instalação eles foram escavados com 1 metro e 20 centímetros de profundidade e atualmente, por se localizarem em área de várzea, devem estar com profundidade menor que 1 m devido a deposição de sedimentos e falta de manutenção, e apenas dois ou três tanques estão relativamente adequados para engorda de peixes (Figura 12).

Figura 12. Aspecto de viveiro escavado em Genipauba, Abaetetuba-PA.



Fonte: SEMAGRI, 2019.

Até fevereiro de 2019, três tanques estavam ativos com criação de tambaqui e curimatás do tempo em que a estação ainda funcionava, como os viveiros possuem conexão com o rio e suas cristas (Figura 13) não estão adequadas para impedir o vazamento dos viveiros, quando ocorreu o fenômeno da maré alta os peixes foram levados pela maré.

Para a limpeza dos tanques existe um tubo que funciona tal como descreve o informante 2 : “A gente arria o tubo e seca o tanque e por esse mesmo sistema entra a água”. O referido informante é quem ainda tenta fazer alguma manutenção no local.

Os viveiros da estação possuem abastecimento e drenagem por um mesmo canal (um cano de PVC em forma de joelho), o qual possui conexão com o rio, o que vai de encontro com as recomendações para construções de viveiros, segundo Lima, et al. (2012), que indicam a necessidade desses sistemas serem independentes, localizados em sentidos opostos, sendo o abastecimento realizado na parte superior e a drenagem a parte inferior (a partir do fundo do viveiro, onde se encontra a água de menor qualidade).

Figura 13. Cristas de viveiros escavado da estação da Comunidade Genipauba, Abaetetuba-PA



Fonte: SEMAGRI, 2019.

No Quadro 2 estão listados os pontos fortes e fracos da atividade de acordo com o olhar dos piscicultores. Os principais pontos fortes da estação de piscicultura e alevinagem são a existência de um empreendimento semiestruturado com viveiros para berçário de alevinos, área para laboratório, administração e alojamento, em local de fácil acesso e próximo ao centro comercial de Abaetetuba. Essas características poderiam atender demandas locais em oportunidades como o abastecimento de peixes para a comunidade local, também em cooperação com o Estado por meio do mercado solidário ou políticas públicas como o Programa nacional de Alimentação Escolar e o programa de Aquisição de Alimentos, desenvolvendo a piscicultura como forma de prevenção a problemáticas relacionadas à segurança alimentar.

Por outro lado, os pontos fracos são aspectos relacionados a manutenção da infraestrutura e equipamentos necessários para o bom desempenho dos viveiros, tais questões passam pela qualidade da água e ausências de tratamento de efluente, aeração e recirculação de água. Além disso a falta de organização e engajamento social dos piscicultores por meio de associações e sindicatos enfraquece o poder de barganha com fornecedores e compradores. Assim também as dificuldades na regularização ambiental da atividade e a falta de apoio técnico e assistência mais efetiva por parte de órgão municipais e estaduais se torna um entrave a melhoria da eficiência produtiva.

É importante ressaltar no município a presença do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPA) com cursos técnicos como “técnico em aquicultura”, o que aponta a existência de um corpo técnico e docente capacitado para assessorar demandas por informações a respeito da atividade em parceria com outras entidades públicas como a EMATER.

A priori seria necessário realizar uma revitalização do espaço da estação de piscicultura da comunidade com atenção para estrutura de prevenção a invasão da água do rio dentro dos viveiros em período de cheia, de forma que impedisse a fuga dos peixes. Além disso, por se tratar de uma construção em área de várzea, com proximidade e conexão direta com o rio faz-se necessário o tratamento do efluente antes do despejo no leito do rio, podendo ser realizado com biofiltros, ocasião em que o uso das plantas aquáticas poderia ser agregado ou usado como forma principal de tratamento.

Para alcançar tais objetivos se faz importante a capacitação por meio de cursos relacionados não só ao manejo da atividade, mas também a sua gestão e administração.

Quadro 2. Análise dos piscicultores sobre a piscicultura em viveiro escavado na comunidade Genipauba, Abaetetuba – PA.

	Fatores internos	Fatores externos
Pontos Fortes	<p>Forças</p> <ul style="list-style-type: none"> -Atender demanda das comunidades de Abaetetuba em área de várzea e terra firme, com alevinos para fins de cultivo na piscicultura -Existência de empreendimento semiestruturado em local relativamente de fácil acesso (2 estruturas alvenaria: uma destinada a alevinagem com incubadoras e tanques de cimento e outra para alojamento de técnicos, piscicultores e demais visitantes) -Viveiros para berçário (alevinagem) -Espaço para treinamento e pesquisa de estudantes e professores relacionados a área de conhecimento -Interesse em implantar um Laboratório para pesquisa de espécies nativas 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Criação de peixes para fornecimento em feira livre e para a comunidade escolar por meio de cooperação do governo, mercado solidário, ou políticas públicas como PNAE(programa nacional de alimentação escolar e PAA (programa de aquisição de alimentos) -Abastecimentos dos piscicultores da região com alevinos -Desenvolvimento da piscicultura como prevenção a problemáticas relacionadas a segurança alimentar
Pontos Fracos	<p>Fraquezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Qualidade da água (em área de varzea a água é naturalmente rica em nutrientes e sedimentos, o que favorece a atividade primária em excesso) -Ausência de tratamento de água, depuração da água -Crista ao redor dos viveiros sem altura suficiente para impedir o vazamento do viveiro em período de cheia -Infraestrutura comprometida pela falta de manutenção -Bomba para captação de água queimada (ausente) - Ausência de aeração e recirculação de água - Organização social comunitária enfraquecida -Falta de capacitação - Necessidade de assistência técnica periódica 	<p>Ameaças</p> <ul style="list-style-type: none"> -Burocracia relacionada a questões de regularização ambiental da atividade -Dificuldade de acesso a fomento -Falta de oferta ou divulgação de cursos de capacitação, que possam auxiliar membros da APROCIA na gestão administrativa da estação.

Fonte: dados da pesquisa.

2.4.3 Produtos da pesquisa

Foram elaboradas as fichas agroecológicas “Uso de plantas aquáticas com capacidade de depuração da água em tanques de piscicultura” (Apêndice D) e “Agrofloresta para piscicultura” (Apêndice E) com o intuito de contribuir com o desenvolvimento local das comunidades envolvidas com a atividade de piscicultura para que possam alcançar níveis satisfatórios de produção que garantam a segurança alimentar de maneira sustentável, considerando aliar o processo produtivo a conservação do ambiente amazônico com expectativa de diminuição de impactos ambientais.

Nesse sentido que esta pesquisa buscou realizar um diagnóstico da piscicultura em viveiro escavado na sede do município de Abaetetuba, com ênfase na primeira estação de piscicultura e alevinagem instalada na comunidade Genipauba, e assim conhecer seu contexto histórico e atual a fim de entender quais os obstáculos para o desenvolvimento da atividade piscícola, apresentando alternativas para mitigar os impactos ambientais no ecossistema de várzea e terra firme com o uso de tecnologias ambientais a partir do uso racional de recursos naturalmente disponíveis nos ecossistemas.

A nota técnica (Apêndice F) foi elaborada a partir do diagnóstico sobre a atividade de piscicultura em viveiro escavado no município de Abaetetuba, com ênfase na estação implantada na comunidade Genipauba, por ser uma das experiências mais antigas do município a fim de fornecer informações para auxiliar na elaboração de políticas públicas municipais e estaduais. O intuito é que nota técnica possa contribuir com informações para a elaboração do plano estadual para pesca e aquicultura no Estado do Pará, política pública que, na data de apresentação deste relatório de pesquisa, está em fase final de estruturação pela SEDAP para Implementação no período de 2020-2025. Ela será encaminhada para a SEDAP, SEMAGRI, SEMMA e para a EMATER.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que os participantes da pesquisa, piscicultores no município de Abaetetuba, , os quais desenvolvem a atividade piscícola em viveiro escavado, precisam de acompanhamento técnico para melhorar a produção e diminuir os impactos negativos da piscicultura no meio ambiente, uma vez que não realizam tratamento do efluente e descartam em meio natural. Existe demanda por assistência técnica em questões de qualidade da água, manejo ecológico, além de monitoramento e necessidade de noções de gestão de negócio e sobre a cadeia produtiva.

Na antiga estação de produção de alevinos, em Genipaubá, seria necessário realizar uma revitalização do espaço com atenção para estrutura de prevenção a invasão da água do rio dentro dos viveiros em período de cheia, de forma que impedisse a fuga dos peixes. Além disso, por se tratar de uma construção em área de várzea, com proximidade e conexão direta com o rio faz-se necessário o tratamento do efluente antes do despejo no leito do rio, podendo ser realizado com biofiltros, ocasião em que o uso das plantas aquáticas poderia ser agregado ou usado como forma principal de tratamento. Para alcançar tais objetivos se faz importante a capacitação com cursos relacionados não só ao manejo da atividade, mas também a sua gestão e administração.

As fichas agroecológicas “Uso de plantas aquáticas com capacidade de depuração da água em tanques de piscicultura” e “Agrofloresta para piscicultura” ficarão disponíveis para download gratuito na página do PPGEDAM e do Grupo de pesquisa Tauã, sendo disponibilizado um contador de downloads. Acredita-se que as informações obtidas nessa pesquisa, com o mapeamento e o diagnóstico além dos produtos desenvolvidos, podem contribuir a assistência técnica e aos gestores públicos locais na medida em que enfocam gargalos na dimensão ambiental para a atividade e ainda fornecer informações relevantes para auxiliar na elaboração do plano estadual para pesca e aquicultura no Estado do Pará, política pública que na data de apresentação deste relatório, está em fase final de estruturação para implementação no período de 2020-2025, e para atender esse propósito foi entregue a SEDAP versão preliminar da pesquisa conforme declaração da Secretaria em ofício (Anexo B).

O material produzido (mapas, fichas agroecológicas, nota técnica) poderá auxiliar no trabalho de técnicos junto aos piscicultores e subsidiar a criação de políticas públicas locais visando a adequação ambiental da atividade de piscicultura de tanque escavado a partir da aplicação de tecnologias ambientais. Para isso será encaminhada uma Nota técnica a SEDAP , SEMAGRI, SEMMA e para a EMATER.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rogério. Amazônia, Pará e o mundo das águas do Baixo Tocantins. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 291-298, 2010.

AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê et al. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 6, n. 7, 2013.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 11 mai. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.º 237, de 25 de março de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14 dez. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.* Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 15 ago. 2019.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 12 mai. 2018.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 10 mai. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em 10 mai. 2019.

BRASIL. Lei Complementar nº. 140/2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: 15 ago. 2019.

BAIONI, Jean Carlos et al. Efluente de piscicultura na produção consorciada de

cebolinha e coentro. **Nucleus Animalium**, BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, v. 9, n. 1, p. 143-150, 2017.

BOYD, Claude E.; SCHMITTOU, H. R. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. **Aquaculture Economics & Management**, v. 3, n. 1, p. 59-69, 1999.

BRABO, M. F. et al. Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no nordeste paraense sob a perspectiva dos extensionistas rurais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 1-13, set. /out. 2014.

BRABO, Marcos Ferreira; DE ARAÚJO FERREIRA, Leandro; VERAS, Galileu Crovatto. Aspectos Históricos do Desenvolvimento da Piscicultura no Nordeste Paraense: Trajetória do Protagonismo à Estagnação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 3, p. 595-615, 2016.

COELHO, José Carlos. **Macrófitas aquáticas flutuantes na remoção de elementos químicos de água residuária**. 78f. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

COELHO, Pedro Liberal Paes. **Integração sistema agroflorestal utilizando efluente de piscicultura na chácara terracota em Aldeia/PE**. 13f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2019.

COOK, Christopher David Kentish. **Aquatic plant book**. SBP Academic Publishing: The Hague, 228 p, 1996.

CYRINO, José Eurico Possebon et al. A piscicultura e o ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 68-87, 2010.

DE LIMA, Vitória Gallo Borges et al. NEOBENEDENIA SP.: PARASITISMO EM PEIXES E POSSÍVEIS FORMAS DE TRATAMENTO. **Nucleus**, v. 16, n. 2, p. 33-38, 2019.

DHIR, Bhupinder. **Phytoremediation: role of aquatic plants in environmental clean-up**. New Delhi: Springer, 2013.

DINIZ, Célia R. et al. Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. Suplemento, 2005.

DUBOIS, J. C. L. (Org.). **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro, REBRAF; Fundação Ford. 1996, 228 p. v.1.

FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto; WITKOSKI, Antônio Carlos; MIGUEZ, Samia Feitosa. O ser da Amazônia: identidade e invisibilidade. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 3, p. 30-32, 2009.

FREITAS, Douglas de Souza Souto. **Características agronômicas da gliricídia submetida a irrigação com água salobra, com ou sem efluente da piscicultura**.31f. 2017.Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2017.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ. **Boletim Agropecuário do Pará**, 2017.Belém, PA, 2017. Disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1383.pdf?id=1533567716>. Acesso em: 25 set. 2019.

FURTADO, Lourdes Gonçalves. **Pesca artesanal**: um delineamento de sua história no Pará. 1981. Disponível em: <http://repositorio.museugoeldi.br:8080/jspui/handle/mgoeldi/699>. Acesso em 05. Jul. 2019.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da Fapam**. v. 2, n. 1, p. 9. 2003.

HUSSAR, Gilberto José et al. Tratamento de efluente de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 274-285, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal 2017. **Prod. Pec. munic.**, Rio de Janeiro, v. 45, p.1-8, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf. Acesso em: 25 set. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto; SINISGALLI, Paulo Antônio de Almeida. Governança ambiental e economia verde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1469-1478, 2012.

JACOBI, Pedro. Meio ambiente e sustentabilidade. **Revista de Desenvolvimento e Meio**, 175-183, 1999.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Tecnologias ambientais: em busca de um significado. **Revista de Administração Pública**, v. 44, n. 3, p. 591-611, 2010.

JESUS, Taíse B. et al. Avaliação da Potencialidade de Utilização de Espécies de Macrófitas como Acumuladoras de Metais Pesados. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1102-1118, 2015.

LANDMEYER, James E. Introduction to phytoremediation of contaminated groundwater: historical foundation, hydrologic control, and contaminant remediation. **Springer Science & Business Media**, 2011.

LIMA, A. et al. Construção de viveiros: piscicultura familiar. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2012.

MACEDO, R. L. G. Fundamentos básicos para implantação e manejo de sistemas agroflorestais. In: MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/Faepe, 2000. p.5-35.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. Variações de nutrientes e estado trófico em viveiros seqüenciais de criação de peixes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 3, p. 405-411, 2005.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MANFRINATO, Eneida Salati. **Avaliação do método edafo-fitodepuração para tratamento preliminar de águas**. 113 F. 1989. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São paulo, 1989.

MARCHESI, Matheus Della Tonia; SOUZA, Débora Cristina; LIMA, Sonia Barbosa. CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA ASSOCIADO AO FITOTRATAMENTO. **Multitemas**, v. 23, n. 55, p. 229-244, 2018.

MARTINS, Ana PL et al. Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí–Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 2007.

MITSCHEIN, T., CHAVES, J.F. Sobre ilhas, terras afundadas e a esfera local como referencial de desenvolvimento no mar movimentado da economia global in: MITSCHEIN, Thomas Adalbert et al. **Desenvolvimento local e direito à cidade na floresta amazônica**. 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agricultura. Fichas Agroecológicas: Tecnologias Apropriadas para a Produção Orgânica, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas>. Acesso em: 20. Maio. 2018.

MONTEIRO, J. H. A. **Planejamento energético para pequenas comunidades da Amazônia: um estudo de caso da comunidade quilombola de Genipauba-Abaetetuba- Pará**. 100 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia elétrica) Universidade Federal do Pará, Pará, 2008.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, p. 370-374, 2002.

MORAES, Sérgio Cardoso de. **Uma arqueologia dos saberes da pesca: Amazônia e Nordeste**. Editora Universitária UFPA, 2007.

NATIONAL RISK MANAGEMENT RESEARCH LABORATORY (US). **Introduction to phytoremediation**. National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, 2000.

OLIVEIRA SARTORI, Alan Giovanini; AMANCIO, Rodrigo Dantas. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v.

19, n. 2, p. 83-93, 2012.

OLIVEIRA, Eva Aparecida. A técnica, a techné e a tecnologia. **Itinerarius Reflectionis**, v. 4, n. 2, 2008.

OLIVEIRA, Sandy et al. Utilização de plantas aquáticas no tratamento de efluentes de tanques de piscicultura em sistemas de recirculação de água. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

PECQUEUR, B. A guinada territorial da economia global. **Política & Sociedade**, n. 14, p. 79-105, abr. 2009.

PIINHEIRO, M. B. **Plantas para Infraestrutura Verde e o Papel da Vegetação no Tratamento das Águas Urbanas de São Paulo: Identificação de Critérios para Seleção de Espécies**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, . 2017.

POJO, E.C; ELIAS, L. G. VLHENA, M. N. **As águas e os ribeirinhos – beirando sua cultura e margeando seus saberes**. Revista Margens Interdisciplinar. v. 8, n. 11. Disponível em: <http://periodicos.ufpa.br/index.php/revistamargens/article/view/3249/3129>. Acesso em 05. maio. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico- 2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

SAMPAIO, Leni. **Estações de piscicultura começam reprodução de peixes após revitalização**. Redepara, Belém, 22 de mai. de 2019. Disponível em <https://redepara.com.br/Noticia/197039/estacoes-de-piscicultura-comecam-reproducao-de-peixes-apos-revitalizacao> . Acesso em 27 de jul. de 2019.

SANTOS, Mário Jorge Campos. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia ocidental**. 2000. 75 p. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba: ESALQUSP. 2000.

SANTOS, Mário Jorge Campos; PAIVA, Samantha Nazaré. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.

SEDAP. Relatório 2017. **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca**. Disponível em: http://www.age.pa.gov.br/sites/default/files/relatorios/Prest_Contas_2017/SEDAP/1.11.%20Relat%C3%B3rio%20de%20Gest%C3%A3o.pdf. Acesso em 25 de set. de 2019.

SENAR. Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes nativos. **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. Brasília, 2017.

SILVA JUNIOR, W. A. **A várzea está para peixe: Viabilidade socioeconômica da**

piscicultura praticada na Bacia do Aricurá, Cametá, Pará. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

SILVA, Vanessa Karla; FERREIRA, Milena Wolff; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. Qualidade da água na Piscicultura. **Lavras, MG: Universidade Federal de lavras**, 2007.

SILVA, Vonin da Silva e. **Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica.** 2019. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista-RR, 2019.

SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena; MILLAN, Rodrigo Ney; MILSTEIN, Ana. Limnology of an integrated cage-pond aquaculture farm. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, 2016.

SOUSA, Anderson. Victor Santos. **Sistemas agroflorestais: proposta de aplicação na piscicultura.** Monografia de conclusão de curso (especialização em gestão ambiental) Núcleo de meio ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

SOUZA, Ana Cláudia Medeiros. **Fertilização do solo com efluente da piscicultura no cultivo de milho crioulo.**Tese (doutorado em manejo de sólo e água), Universidade Rural Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

SOUZA, Antônio Fábio Lopes; DE VASCONCELOS, Euclides Luis Queiroz. Utilização da macrófita aquática flutuante *Pistia stratiotes* no tratamento de efluentes de piscicultura no estado do Amazonas. **PUBVET**, v. 10, p. 873-945, 2016.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A.; TUCCI, C. E. M. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - Abr/Jun 2012, 9-18.

TAVECHIO, Washington Luiz Gomes; GUIDELLI, Gislaine; PORTZ, Leandro. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 335-341, 2018.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden. 11 Nov 2019<<http://www.tropicos.org/Name/26100027>

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 2003.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, n. 70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos hídricos no século XXI**. Oficina de Textos, 2011.

VASCONCELOS SOBRINHO, Mário. **Notas introdutórias sobre desenvolvimento e desenvolvimento territorial**. In MITSCHKEIN, Thomas Adalbert et al. Desenvolvimento local e direito à cidade na floresta amazônica. 2013.

VIEIRA, Glaucia Eliza Gama et al. Avaliação dos principais aspectos da fitorremediação aplicados na redução da poluição no solo e água. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 182-192, 2011. (p. 12-36).

WOLVERTON, B. C; MCDONALD, R. C. 1979. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) productivity and harvesting studies. **Economic Botany**, 33,1-10.

YIN, Robert. Applications of Case Study Research. Thousand Oaks, CA: Sage , 2011.

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em : <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 17. Mai. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Ata de Reunião sobre a proposta do projeto de pesquisa, Abaetetuba, 14.02.2019.

Às 8 (oito) horas e 55 (cinquenta e cinco) minutos do dia 14 de fevereiro de 2019, foi realizada uma reunião com o senhor Luis Carlos da Silva Amaral (Vice-presidente do Sindicato da Pesca), Dionato Santos (Associação de Projeto Comunitário Ilhas de Abaetetuba - APHOCIA), Francisco de Jesus Rodrigues do Souto (Presidente da Associação de Projeto Comunitário das Ilhas de Abaetetuba - OCIA), conjuntamente com os funcionários da SEMAGE: Sidney dos Ferreira Júnior (Téc. Agropesqueiro), Paulo Diore (Téc. Agropesqueiro) Ana Caroline (Téc. em Piscicultura) e as docentes do Programa Graduação de em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento da Amazônia Maiana Bessa e Neli Rodrigues, relativa sobre a visita da aluna Maiana para apresentação da proposta de pesquisa que envolve macrofitas aquáticas para melhoramento da qualidade da água e, conseqüentemente, do pescado.

A princípio, houve a apresentação da proposta da pesquisa e colocados em pauta a problemática, os objetivos geral e os específicos, algumas etapas para a execução da pesquisa e algumas dicas para se atingir os objetivos. Esta apresentação foi realizada para deixar claro o que se propôs com o estudo, através da parceria da comunidade, comunidade local e SEMAGE.

Partiu-se para um momento de conversa, aonde foram feitas perguntas sobre viabilidade do projeto, a saber: questões de custo técnico, financeiro, logística e atividades na estação, local onde se encontra os pontos para receber análise da água e outros procedimentos.

Após uma conversa produtiva, ficou acordado através da assinatura do termo de anuência, que a pesquisa se dará de acordo com o planejamento a ser efetuado pela docente Maiana Bessa, em conjunto com todos os atores envolvidos.

Maiana Bessa Almeida
 Dionato Santos
 Luis Carlos da Silva Amaral
 Francisco de Jesus
 Paulo Diore P. da Silva (SEMAGE)
 Sidney dos Ferreira Júnior (SEMAGE)
 Ana Caroline R. da Cruz (SEMAGE)
 Neli Furtado Rodrigues Almeida

APÊNDICE B – Formulário para o levantamento sobre a atividade piscícola de viveiro escavado em Abaetetuba/PA.

- 1- Local da entrevista:
- 2- Data da entrevista:
- 3- Nome do entrevistado:
- 4- Categoria do entrevistado (Agricultor, Ribeirinho, Diretor de Associação, Diretor de sindicato....):
- 5- Localização da propriedade/ produção
- 6- Espécies cultivadas
- 7- Quantidade de tanques escavados
- 8- Quantidade anual produzida
- 9- Destino da produção

Matriz para tabulação da informação.

Local de produção	Espécie cultivada	Quantidade de tanques escavados	Quantidade produzida	Destino da produção	Observações

*Viveiros de barragem, tanques escavados, tanques-rede, gaiolas flutuantes ou canais de igarapé.

APÊNDICE C – Questionário para análise de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DO MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DOS
RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL NA
AMAZÔNIA



QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE FOFA

Este questionário é parte integrante da pesquisa de mestrado “Tecnologias ambientais e o desenvolvimento da atividade piscícola: o caso da estação de piscicultura na comunidade Genipaubá no município Abaetetuba – Pa. Destina-se a realizar um diagnóstico sobre a atividade de piscicultura na estação implantada na comunidade Genipaubá para propor um plano de ação que promova melhorias no desenvolvimento da atividade a partir de tecnologias ambientais, com ênfase no uso do recurso hídrico local e alimentação piscícola.

- 1- Local da entrevista e Data da entrevista:
- 2- Nome do entrevistado e categoria do entrevistado (Agricultor, Ribeirinho, Diretor de Associação, Diretor de sindicato...):
- 3- Quando foi instalada a estação de piscicultura na comunidade?
- 4- Como se deu o desenvolvimento da atividade até seu ponto de estagnação?
- 5- Por que ocorreu essa estagnação na produção na estação?
- 6- Em sua opinião, o que precisa ser feito para que se possa dar continuidade a atividade dentro da estação?
- 7- De que forma os comunitários envolvidos com a estação poderiam contribuir para melhorias no local?
- 8- Quantas pessoas estão diretamente envolvidas nesse processo de tentativa de reativação da estação?
- 9- Quantos tanques?
- 10- Qual a área e profundidade dos tanques?
- 11- Qual a espécie de peixe mais cultivada?
- 12- Como é feita a troca e ou manutenção da qualidade da água nos viveiros?
- 13- Os viveiros apresentam conexão com o rio?
- 14- Qual era o destino da produção?
- 15- Quais os pontos fortes e os pontos fracos da estação para o contexto de sua reativação?
- 16- De quem é a propriedade da estação? Tem outorga? Tem licença ambiental?
- 17- Qual a composição familiar do envolvidos com a estação? Possuem outras fontes de renda? Há quanto tempo se envolvem com a piscicultura?

APENDICE D – Ficha agroecológica: Uso de plantas aquáticas flutuantes com capacidade de depuração da água em viveiros escavados



Ficha Agroecológica



Tecnologias Apropriadas para a Piscicultura Orgânica

USO DE PLANTAS AQUÁTICAS FLUTUANTES COM CAPACIDADE DE DEPURAÇÃO DA ÁGUA EM VIVEIROS ESCAVADOS

A qualidade da água na piscicultura depende de fatores como sua origem, o manejo (limpeza, fertilização) e a composição do alimento fornecido aos peixes. A água dentro do tanque escavado, recebe grande quantidade de nutrientes, provenientes da ração e também de excretas dos peixes. O excesso de nutrientes (como amônia, nitrato e fósforo) é a principal causa da eutrofização artificial (causada pelo homem) (Figura1). Essa condição induz a multiplicação de microrganismo que vão liberar substâncias tóxicas, impedir a penetração da luminosidade e diminuir a quantidade de oxigênio disponível para os peixes na água. Assim, a água do tanque escavado fica muito verde e os peixes começam a “boquejar” em excesso na superfície da água. Existem plantas aquáticas que possuem a capacidade de reduzir a concentração de poluentes no tratamento da água.

Figura 1. Viveiro escavado com água eutrofizada, Ramal Arienga, Abaetetuba/PA



Fonte: Maiara Ferreira, 2019.

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

A qualidade da água deve ser realizada controlando a quantidade e a qualidade da ração, implantando um sistema que permita a recirculação e depuração da água

que pode ser feita com plantas aquáticas, como exemplo, o aguapé ou mureru (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) (Figura2) e a alface d`água (*Pistia stratiotes* L.). O sistema radicular destas plantas funciona como um filtro mecânico e biológico, retendo material particulado, orgânico e absorvendo nutrientes como nitrogênio e fósforo. Podendo ajudar tanto no tratamento da água do tanque ainda em processo de criação quanto posteriormente, tratando o efluente da piscicultura antes de seu descarte em ambiente natural.

Figura 2 - Aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), Rio Genipauba, Abaetetuba/PA.



Fonte: Maiara Ferreira, 2019

O aguapé e a alface d`água são plantas aquáticas flutuantes naturais da bacia amazônica e podem ser facilmente encontradas em rios. O uso dessas plantas como alternativa ecológica no tratamento da água em tanques de piscicultura pode diminuir a dependência por insumos externos a propriedade e conseqüentemente os custos de manutenção e requer manejo adequado das plantas. O ideal é que formas jovens das plantas sejam priorizadas e o manejo racional não deve permitir que as plantas cubram mais que 30% do tanque. Essa tecnologia ambiental pode ser implantada nos tanques escavados, em gaiolas que permitam a passagem da água. Dessa forma é possível controlar e monitorar melhor o sistema. As plantas aquáticas flutuantes se proliferam rapidamente, por isso é importante manter seu controle populacional. O excesso de plantas precisa ser corretamente destinado, podendo ser usado como adubo para cultivos agrícolas.

Passo a passo para utilização de plantas aquáticas flutuantes em tanques de piscicultura escavados.

1º Passo: Escolha a espécie de planta aquática mais indicada para a finalidade do

tratamento, no caso de tratamento de água com excesso de nutrientes orgânicos, o aguapé e a alface d'água são as plantas mais usadas.

2º Passo: Colete mudas da planta aquática em ambientes próximos, menos poluídos, dando preferência para formas jovens pois é na fase de crescimento que os nutrientes são absorvidos. Prefira transplantar as mudas em período chuvoso para diminuir o estresse hídrico para as plantas.

3º Passo: As plantas podem ser implantadas diretamente no tanque com peixes e nesse caso é recomendado que elas fiquem dentro de uma gaiola (uma espécie de tela que não permita que a planta fique solta pelo tanque, isso vai facilitar sua manutenção e controle e permitir a entrada e saída de água). O sistema de tratamento da água também pode ser feito em um tanque a parte, sem peixes. Esse tanque poderá receber o efluente de piscicultura por meio de canos de PVC. O ideal é que essa transferência do efluente do viveiro para o tanque de tratamento seja feita por gravidade e que exista um sistema de recirculação para devolver a água para o viveiro ou uma tubulação para descarte adequado do efluente tratado.

4º Passo: O controle da proliferação das plantas deve ser realizado conforme o crescimento. As plantas devem ser podadas para retirar partes que estejam quebradas ou em decomposição (aspecto amarelado). Também é importante controlar o número de indivíduos pois recomenda-se que não ocupem mais de 30% do tanque. Em períodos de alta produção recomenda-se a substituição das plantas em intervalos de 10 dias.

5º Passo: O monitoramento da qualidade da água deve ser realizado a partir dos parâmetros de a temperatura, turbidez, quantidade de oxigênio dissolvido e o PH da água antes e depois do tratamento para verificar se as plantas estão melhorando a qualidade da água efetivamente. Esse monitoramento pode ser feito com quites para piscicultura ou aparelhos eletrônicos específicos para medir os parâmetros de qualidade da água.

6º Passo: Depois que passam pelo tanque com efluente, as plantas ficam com um estoque muito grande de nutrientes como fosforo e nitrogênio, que na água são

poluentes, mas ajudam na fertilidade do solo. Elas precisam ser corretamente destinadas para não se tornarem uma fonte de poluição. A compostagem é um processo controlado de decomposição da matéria orgânica indicado nessa fase por meio da qual é possível produzir adubo orgânico de planta aquática seguindo os seguintes passos:

- Retirar as plantas aquáticas em excesso do ambiente de tratamento;
- Triturar as plantas com triturador ou cortar em partes menores;
- Amontoar o material embaixo de sombra durante 60 dias para que perca os líquidos e fique com aspecto seco, tornando-se adubo;
- O adubo pode ser usado em hortas e plantações para ajudar na fertilidade do solo.
-

Elaboradores da ficha: Maiara Bessa Ferreira, Rosana Quaresma Maneschy e Maria do Socorro Almeida Flores.

Referências:

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

SOUZA, Antônio Fábio Lopes; DE VASCONCELOS, Euclides Luis Queiroz. Utilização da macrófita aquática flutuante *Pistia stratiotes* no tratamento de efluentes de piscicultura no estado do Amazonas. **PUBVET**, v. 10, p. 873-945, 2016.

APENDICE E – Ficha agroecológica: Piscicultura em áreas de Desenvolvimento Agroflorestal



Ficha Agroecológica



Tecnologias Apropriadas para a Piscicultura Orgânica

PISCICULTURA EM ÁREAS DE DESENVOLVIMENTO AGROFLORESTAL

A qualidade da água para a produção piscícola e o destino do efluente são questões importantes a tratar e que podem gerar impactos negativos. A alimentação dos peixes com ração é um dos fatores que contribuem para o processo de perda de qualidade da água, além de ser responsável por até 80% dos custos com a atividade. O descarte do efluente em meio natural sem o tratamento adequado pode gerar contaminação de corpos d'água.

A integração da produção de peixes com produção agrícola através de sistemas agroflorestais (SAF) pode ser uma alternativa para complementar a alimentação piscícola e destinar o efluente para fertirrigação nas áreas de cultivo. O SAF é uma estratégia de uso integrado da terra em que se associam árvores, arbustos ou palmeiras com cultura agrícola e/ou animais⁴ que permite aumentar a produtividade por área, diversificar a produção e diminuir problemas ambientais.

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

É possível aliar a criação de Tambaqui (*Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), que possui adaptação para dietas diversificadas (incluindo semente e frutas), ao SAF com espécies nativas de ocorrência natural na Amazônia. Diversas espécies arbóreas possuem potencial para alimentação de peixes e possuem valor econômico para o agricultor.

O arranjo a ser escolhido deve primeiramente ser em função do nível desejável de interesse entre os componentes e a área disponível para o plantio do sistema, pois o plantio pode ser entre os tanques para alimentação dos animais ou em área a parte para uso do efluente em sua fertirrigação e/ou corte de folhas e coleta de sementes e frutos para complementação da dieta dos peixes.

⁴ Exemplos de animais que podem compor SAF: abelhas, gado, peixes.

O uso das espécies arbóreas no entorno dos tanques de piscicultura não deve ultrapassar o nível de 30% de sombreamento do tanque para não prejudicar a qualidade da água. Na paisagem local é comum observar árvores no entorno dos tanques, mas não necessariamente com o manejo racional do recurso na piscicultura (Figura 1).

Figura 1. Árvores e palmeiras ao redor dos viveiros escavados, Comunidade Genipauba, Abaetetuba - PA.



Fonte: Maiara Ferreira (2019).

Passo a passo para utilização de árvores no entorno ou em área a parte dos tanques de piscicultura escavados.

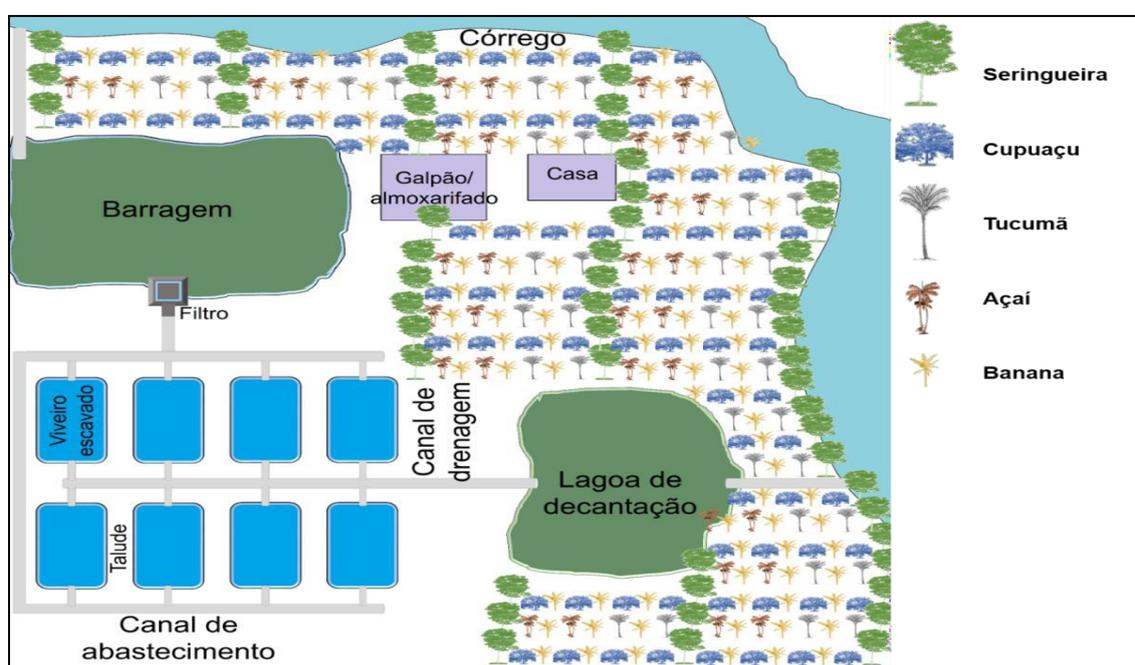
O exemplo a seguir considerou o uso de espécies de interesse econômicos para os produtores e que algumas partes da planta são consumidas pelos peixes.

1º Passo: Introdução de espécies que vão proteger o solo e podem fornecer folhas para os peixes. A bananeira (*Musa* sp.) no espaçamento 3 m x 3 m além de fornecer a forragem, produz frutos para o agricultor e fornece sombra para as espécies de ciclo tardio.

2º Passo: Introdução de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) e do tucumanzeiro (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) no espaçamento 3 m x 6 m. Os peixes podem se alimentar dos frutos e no caso do açaí, consomem o caroço após a retirada da polpa pelo agricultor.

3º Passo: Após o estabelecimento das espécies introduzidas inicialmente e das palmeiras é possível inserir no sistema as árvores de maior porte, tais como, seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) e cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) no espaçamento 3 m x 12m (Figura 2). No caso da seringueira os peixes se alimentam de seu fruto, e do cupuaçu o agricultor pode extrair a polpa para comercialização e utilizar as sementes para complementar a alimentação piscícola.

Figura 2. Simulação de uma propriedade com a proposta de desenvolvimento de sistema agroflorestal aplicado a piscicultura.



Fonte: Aderson Victor Santos de Sousa (2017).

Elaboradores da ficha: Maiara Bessa Ferreira, Rosana Quaresma Maneschy e Maria do Socorro Almeida Flores.

Referências:

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M. **Manual agroflorestal para a Amazônia.** Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996.

RIBEIRO, Berta G. **Os índios das águas pretas: modo de produção e equipamento produtivo.** Companhia das Letras; Edusp, São Paulo, 1995.

SOUSA, A. V. S. de. **Sistemas agroflorestais: proposta de aplicação na piscicultura.** 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)-Gestão Ambiental, PROFIMA, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.



Nota técnica



Tecnologias ambientais e o desenvolvimento da atividade piscícola no município Abaetetuba: o uso de viveiros escavados

INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica é resultado de pesquisa realizada no âmbito do mestrado profissional em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia vinculado ao Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. Constitui produto da dissertação intitulada “TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS ESCAVADOS” e tem por finalidade servir à aplicação do conhecimento consolidado no trabalho científico.

O objetivo geral deste documento foi analisar a piscicultura em viveiros escavados na sede do município de Abaetetuba, e verificar se tem sido realizada de acordo com a legislação ambiental vigente e que tipo de impactos têm gerado no meio natural. E o objetivo específico é fornecer informações que possam contribuir para processos de tomada de decisões dos gestores públicos locais para o desenvolvimento da piscicultura local. O intuito é auxiliar na elaboração do plano estadual para pesca e aquicultura no Estado do Pará, política pública que está em fase final de estruturação para implementação no período de 2020-2025.

A pesquisa foi realizada a partir da abordagem qualitativa com metodologia analítico-descritivo e exploratória. Utilizou-se a técnica de pesquisa de estudo de caso para analisar como vem sendo desenvolvida a piscicultura em viveiro escavado em Abaetetuba e que ecotecnologias podem ser aplicadas para solucionar os problemas ambientais gerados pela atividade. Para isso foram utilizadas diferentes fontes de informação a partir de técnicas de pesquisa bibliográfica, documental, entrevistas não diretas com informantes-chaves e observação a campo.

ANÁLISE

A piscicultura é uma atividade da aquicultura, cultivo de organismos vivos em meio aquático, a qual tem como um de seus marcos legais a lei 11.959 de 2009.

Art. 1º Esta Lei dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, formulada, coordenada e executada com o objetivo de promover:

I – o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura como fonte de alimentação, emprego, renda e lazer, garantindo-se o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como a otimização dos benefícios econômicos decorrentes, em harmonia com a preservação e a conservação do meio ambiente e da biodiversidade;

II – o ordenamento, o fomento e a fiscalização da atividade pesqueira;

III – a preservação, a conservação e a recuperação dos recursos pesqueiros e dos ecossistemas aquáticos;

IV – o desenvolvimento socioeconômico, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira, bem como de suas comunidades.

Por se tratar de uma atividade potencialmente poluidora se aplicam no seu desenvolvimento outras leis como a Lei nº 6.938 de 31/08/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente) e a Lei nº 9.433 de 8/01/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos). Nessas leis, as exigências quanto ao uso da água e ao descarte de efluente, se aplicam a atividade de aquicultura.

Verificou-se que os piscicultores entrevistados relataram não receber assistência técnica no acompanhamento da atividade de piscicultura no município Abaetetuba. Todavia a iniciativa de realização do curso específico aos interessados e a realização de um diagnóstico foi positiva. Conforme disposto na lei nº 7.713/2005 “Art.38º A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, deverá promover a assistência técnica e extensão pesqueira e aquícola à pesca profissional e de subsistência. ”

Outro aspecto importante é a dificuldade dos piscicultores quanto a legalização de seus empreendimentos, no que diz respeito ao licenciamento ambiental de acordo com o que dispõe a instrução normativa nº 004/2013, e outorga d’água, de acordo com o que dispõe a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Assim, diante das demandas demonstradas pelos piscicultores durante o curso de piscicultura realizado em Abaetetuba de 26/08/2019 a 30/08/2019, realizado pelo SENAR, considera-se oportuna a necessidade de capacitação continuada dos piscicultores, com ênfase no monitoramento da qualidade da água e descarte do efluente da atividade a partir da intervenção da assistência técnica e extensão rural

(EMATER) conforme o disposto na lei nº 7.713/2005, considerando a realidade local e em consonância com a Política Nacional de ATER (PNATER).

Quanto ao diagnóstico da estação de piscicultura localizada na Comunidade Genipaúba, foi possível perceber entre seus principais pontos fortes a existência de um empreendimento semiestruturado com viveiros para berçário de alevinos, área para laboratório, administração e alojamento, em local de fácil acesso e próximo ao centro comercial de Abaetetuba. Essas características poderiam atender demandas locais em oportunidades como o abastecimento de peixes para a comunidade local, também em cooperação com o Estado por meio do mercado solidário ou políticas públicas como o Programa nacional de Alimentação Escolar e o programa de Aquisição de Alimentos, desenvolvendo a piscicultura como forma de prevenção a problemáticas relacionadas à segurança alimentar.

Por outro lado, os pontos fracos são aspectos relacionados a manutenção da infraestrutura e equipamentos necessários para o bom desempenho dos viveiros, tais questões passam pela qualidade da água e ausências de tratamento de efluente, aeração e recirculação de água. Além disso, a falta de organização e engajamento social dos piscicultores em associação e sindicato enfraquece o poder de barganha com fornecedores e compradores. Assim também as dificuldades na regularização ambiental da atividade e a falta de apoio técnico e assistência mais efetiva se torna um entrave à melhoria da eficiência produtiva.

CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que os piscicultores necessitam de assistência técnica para melhorar a organização da categoria, planejamento da atividade, buscar financiamento para compra de equipamentos e melhoria da infraestrutura. A assistência especializada também é importante para a transferência de tecnologias de tratamento e descarte adequado do efluente da atividade, e sobretudo para a aplicação de ecotecnologias que permitam o controle da qualidade da água e descarte do efluente da atividade para minimizar os impactos ambientais da atividade nos ecossistemas naturais a partir de soluções locais e que diminuam a necessidade de insumos externos a propriedade, seja de várzea ou terra firme.

Acredita-se que as informações obtidas nesse levantamento e os produtos desenvolvidos podem apontar aos técnicos e gestores locais os gargalos ambientais

da atividade de piscicultura em tanque escavado no município de Abaetetuba.

PROPOSIÇÕES RESULTANTES DA ANÁLISE

Existe necessidade de assistência técnica para os piscicultores, quanto a questão do manejo em relação a alimentação, sanidade dos peixes, densidade e limpeza dos viveiros. Conforme a lei nº 6.713, que dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará, regulando as atividades de fomento, desenvolvimento e gestão ambiental dos recursos pesqueiros e da aquicultura, a assistência técnica e extensão pesqueira e aquícola à pesca profissional e de subsistência, deve ser prestada pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER.

A alimentação é um dos principais fatores que influenciam qualidade da água na piscicultura, nesse caso é necessário um controle da quantidade e do fornecimento de ração de boa qualidade e digestibilidade. Além disso, o acúmulo de amônia liberada pelos peixes em suas excretas, e de outros materiais orgânicos que eventualmente se depositam nos viveiros também contribuem para a eutrofização da água, podendo ser fonte de poluição para leitos de rios próximos ao empreendimento. São situações que necessitam de manejo adequado visando a sustentabilidade da atividade.

Nesse sentido, a lei nº 6.713/2005 estabelece objetivos para a assistência técnica entre os quais está restabelecer a articulação da Política Estadual de Assistência Técnica Pesqueira - ATEP com as instituições de ensino e pesquisa, buscando a formação de redes, fóruns regionais, territoriais e outras formas de integração que assegurem a participação da ATEP, dos pescadores, aquiculturas e suas organizações na definição de linhas de pesquisa, avaliação, validação e recomendação de tecnologias apropriadas compatíveis com as políticas estadual e nacional, bem como capacitar e aplicar tecnologias para uso sustentável.

Assim, propõe-se com esta pesquisa o uso de tecnologias ambientais acessíveis no contexto rural, com o intuito de minimizar os impactos ambientais causados pela piscicultura de viveiros escavados. Observou-se a partir do levantamento de estudos científicos já realizados, ser oportuna a integração do uso de plantas aquáticas com potencial de depuração e do sistema agroflorestral com espécies de interesse para alimentação piscícola ou incremento da produção agrícola de forma que esse sistema possa ser um receptor do efluente piscícola.

Em relação aos aspectos levantados sobre a estação de piscicultura em

Genipaúba, a priori seria necessário realizar uma revitalização do espaço com atenção para estrutura de prevenção a invasão da água do rio dentro dos viveiros em período de cheia, de forma que impedisse a fuga dos peixes. Além disso, por se tratar de uma construção em área de várzea, com proximidade e conexão direta com o rio faz-se necessário o tratamento do efluente antes do despejo no leito do rio, podendo ser realizado com biofiltros, ocasião em que o uso das plantas aquáticas poderia ser agregado como alternativa ou usado como forma principal de tratamento, ainda na mesma estação também existe a possibilidade de integração do sistema agroflorestal.

Para alcançar tais objetivos se faz importante a capacitação por meio de cursos relacionados não só ao manejo da atividade, mas também a sua gestão e administração. Com o objetivo de colaborar com esse processo junto a assistência técnica competente, esta nota técnica apresenta material anexo composto do diagnóstico da antiga estação de produção de alevinos e de duas fichas agroecológicas⁵ que podem auxiliar a assistência técnica e os piscicultores na adoção das tecnologias ambientais propostas. O diagnóstico da estação traz um levantamento da situação atual da estação de piscicultura a fim de subsidiar a proposição de um plano de ação que promova melhorias dentro do espaço, tendo em vista a necessidade de reativação do mesmo para atender as comunidades locais.

A ficha agroecológica “Uso de plantas aquáticas com capacidade de depuração da água em tanques de piscicultura” (FERREIRA et al., 2019a) disponibiliza informação técnica sobre a implantação e manejo de plantas aquáticas comumente encontradas nos rios do município para ajudar tanto no tratamento da água do tanque ainda em processo de criação quanto posteriormente, tratando o efluente da piscicultura antes de seu descarte em ambiente natural.

A ficha agroecológica “Agrofloresta para piscicultura” (FERREIRA et al., 2019b) traz informações sobre como o efluente da piscicultura pode ser benéfico na fertiirrigação de agrofloresta, e como esta pode ser fonte para complementar tanto a alimentação piscícola quando a produção agrícola e de que forma essa integração pode ser manejada.

⁵ (MAPA, 2016)

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei N. 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, v. 29, 2009.

_____. (2013): Resolução COEMA n. 004, de 10 de maio de 2013. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas no Estado do Pará e dá outras providências. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2013/05/10/instrucao-normativa-n-004-10-de-maio-de-2013/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

PARÁ. Lei no 6.713 de 25 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará e dá outras providências. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Fichas Agroecológicas, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas>. Acesso em: 20 out. 2019.

NEGRÃO, A. do S. S.; MANESCHY, R. Q.; BARBOSA, W. L. R. Manejo de açazal nativo nas ilhas de Abaetetuba – PA. Ficha Agroecológica. Belém: PPGEDAM/NUMA/Grupo de pesquisa Tauã, 2019a. 3 p.

NEGRÃO, A. do S. S.; MANESCHY, R. Q.; BARBOSA, W. L. R. Glossário de expressões regionais relacionadas ao manejo de açazais utilizadas por ribeirinhos nas ilhas de Abaetetuba – PA. Belém: PPGEDAM/NUMA/Grupo de pesquisa Tauã, 2019b. 51 p.

ANEXOS

ANEXO A - Ofício de manifestação de interesse na pesquisa enviado pela APROCIA ao PPGEDAM.



Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba (APROCIA)

Ofício n.º 01 /2019 – APROCIA

Belém, 17 de dezembro de 2019.

Ao Senhor

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – PPGEDAM- NUMA-UFPA

Rua Augusto Corrêa, nº 01- Cidade Universitária José da Silveira Netto – Belém- PA

Assunto: Interesse em pesquisa acadêmica

Senhor coordenador,

Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba informa que tem interesse nos resultados da pesquisa "Tecnologias Ambientais e o Desenvolvimento da Atividade Piscícola: o caso da comunidade Genipauba no Município Abaetetuba- PA" realizada pela mestrandia Maiara Bessa Ferreira, sob a orientação da Profa. Dra. Rosana Quaresma Maneschy e Coorientação da Profa. Dra. Socorro Almeida Flores.

Francisco de Assis Rodrigues dos Santos
Presidente da Associação dos Projetos Comunitários das Ilhas de Abaetetuba
Lei nº 330/2012

ANEXO B - Ofício de declaração de recebimento da pesquisa pela SEDAP ao PPGEDAM.



Ofício nº 030/2020 – ADJ/SEDAP

Belém (PA), 29 de janeiro de 2020

Ao Senhor

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – PPGEDAM

Universidade Federal do Pará – UFPA

Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária José da Silveira Netto, Setor Profissional - CEP: 66.075-900 – Guamá – Belém – Pará

Emerson Lima Abdon
Divisão de Comunicação - UFPA

Assunto: **Resposta ao Ofício nº 11/2020-PPGEDAM/NUMA/UFPA, Processo SEDAP nº 2020/63653, solicitação de confirmação de recebimento dos resultados de pesquisa.**

Senhor Coordenador,

Honrado em cumprimentá-lo, em resposta ao **Ofício nº 11/2020-PPGEDAM/NUMA/UFPA**, informamos a Vossa Senhoria que, conforme solicitado, declaramos para o devidos fins que está Secretaria de Estado atesta o recebimento dos resultados da pesquisa intitulada: **“TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PISCÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA: O USO DE VIVEIROS ESCAVADOS”**, realizada pela mestranda Maiara Bessa Ferreira, sob a orientação da Professora Dra. Rosana Quaresma Maneschy e Coorientação da Professora Dra. Socorro Almeida Flores, protocolada nesta SEDAP sob o nº **2020/63653**.

Na oportunidade, renovamos nossos mais altos protestos de admiração e respeito.

Atenciosamente,

Lucas Vieira Torres
LUCAS VIEIRA TORRES
Secretário Adjunto de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca

