



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

GENY GIL SÁ

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO PROJETO DE PISCICULTURA  
FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE DE MALHADA – PENTECOSTE – CEARÁ

FORTALEZA  
2013

GENY GIL SÁ

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO PROJETO DE PISCICULTURA  
FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE DE MALHADA – PENTECOSTE – CEARÁ

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração:  
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Professor Dr. George Satander Sá Freire

Coorientadora: Professora Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

FORTALEZA  
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

S115a Sá, Geny Gil.  
Avaliação da sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar: o caso da comunidade Malhada -Pentecoste - Ceará. / Geny Gil Sá. – 2013.  
137 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientação: Prof. Dr. George Satander Sá Freire.

Coorientação: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

1. Piscicultura familiar - projeto. 2. Indicadores de sustentabilidade. 3. Água – qualidade. 4. Semiárido. I. Título.

---

CDD 637.7

GENY GIL SÁ

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO PROJETO DE PISCICULTURA  
FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE DE MALHADA – PENTECOSTE – CEARÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração:  
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. George Satander Sá Freire (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Coorientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Diolande Ferreira Gomes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.  
A minha família.

## ADRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre me orienta e me dá forças e saúde para vencer as adversidades da vida.

A minha esposa Domingas da Costa Sanhá Sá pela paciência, ânimo, amor e carinho. Por muitas vezes contribuir com sugestões. Pela ajuda durante a aplicação de questionários no campo. Este trabalho também é seu.

Ao Prof. George Satander Sá Freire, meu orientador, pela oportunidade, confiança e sobretudo pela orientação.

A minha Coorientadora Prof<sup>a</sup>. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela boa vontade, paciência e coorientação e acima de tudo pela amizade.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção de bolsa de estudo.

A comunidade de Malhada pela colaboração na pesquisa, em especial ao Carlos de Abreu, Presidente da Associação dos moradores daquela localidade.

Ao Prof. Reynaldo Amorim Marinho, por ter participado da banca examinadora, pelas valiosas colaborações e sugestões e por sempre estar presente na minha vida acadêmica.

A Dra. Diolande Ferreira Gomes pela disposição, por sempre colaborar com ideias e sugestões e pelos tempos emprestados na realização das análises no laboratório.

Ao João Capistrano de Abreu Neto pelo apoio na confecção dos mapas e na coleta das amostras de água, assim como o Seu Edilson.

A Prof<sup>a</sup>. Elenise Gonçalves de Oliveira pelo apoio, pelos conselhos e pelo carinho.

A coordenação do curso e a todos os professores do PRODEMA pela facilitação dos conhecimentos ao longo do curso.

Aos meus colegas de turma de mestrado pelas discussões, críticas e sugestões ao longo do curso.

Aos meus conterrâneos africanos pelos momentos de motivação que compartilhamos juntos mesmo sendo de países diferentes, em especial aqueles do meu país, Guiné-Bissau.

Meus agradecimentos também a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue prosseguindo sempre”.*

(Martin Luther King)

## RESUMO

Avaliar a sustentabilidade de qualquer atividade produtiva é tarefa complexa, principalmente quando se trata de conjunto de indicadores já que o sistema é dinâmico, pois, somente o tempo poderá trazer uma visão mais realista de sua evolução. O estudo buscou avaliar a sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar presente na comunidade rural de Malhada, localizada no município de Pentecoste – Ceará, por meio de indicadores de sustentabilidade em cinco escopos, a saber: social, econômico, ambiental, tecnológico e qualidade da água. A metodologia foi desenvolvida com base nos estudos realizados anteriormente sobre o uso de indicadores como formas de avaliação e da determinação do índice final explicitando seu grau de sustentabilidade e apostando-se numa abordagem sistêmica e multidisciplinar. Para a obtenção de dados primários, precisou-se realizar visitas de campo para se interagir com as pessoas da comunidade em estudo, possibilitando o levantamento das informações socioeconômicas, assim como permitir a realização das entrevistas semiestruturadas com os atores envolvidos. Foi necessária também a utilização de métodos laboratoriais para avaliar os parâmetros da água nas áreas de influência do empreendimento, assim como determinar os índices de qualidade da água e do estado trófico médio como ferramentas úteis na avaliação de sustentabilidade da atividade. Os resultados constataram que é preciso repensar as técnicas, os meios de produção e sua finalidade, tendo como foco a preservação do meio ambiente como fator principal para a continuidade da atividade ao longo do tempo. Concluiu-se que o projeto de piscicultura familiar assume um grau de sustentabilidade médio. Por ser uma atividade que gera ocupação e renda para as famílias, necessita de um acompanhamento especial dos aspectos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos desta atividade por parte das instâncias decisórias, considerando as limitações do piscicultor familiar em prol do desenvolvimento sustentável do semiárido.

Palavras-chave: Projeto piscicultura familiar. Indicadores de sustentabilidade. Qualidade da água. Semiárido.

## ABSTRACT

To evaluate the sustainability of any productive activity is a complex task, especially when it comes to number of indicators since the system is dynamic, because only time can bring a more realistic view of its evolution. The study sought to evaluate the sustainability of family farming project in this rural community of Malhada, located in city of Pentecoste – Ceará through sustainability indicators in five scopes, such as: social, economic, environmental, technological and water quality . The methodology was developed based on previous studies on the use of indicators and assessment methods and the determination of the final index explaining their degree of sustainability and focusing on a multidisciplinary and systemic approach. To obtain primary data needed to conduct field visits to interact with people in the community under study, thus enabling the assessment of socioeconomic information, as well as allow for the semi-structured interviews with the actors involved. It also required the use of laboratory methods to measure water parameters in the areas of influence of the project, as well as determine the indexes of water quality and trophic state average as useful tools in assessing the sustainability of the activity. The results showed that it is necessary to rethink the techniques, the means of production and its purpose, focusing on the preservation of the environment as the main factor for the continuity of the activity over time. It was concluded that the family fish farmer assumes a degree of sustainability average. Because it is an activity that generates employment and income for families, require particular monitoring of socio-economic aspects, environmental and technological this activity by the decision makers, considering the limitations of the family fish farmer in favor of sustainable development in semi-arid.

Keywords: Project farming family. Sustainability indicators. Water quality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01	Esquema ilustrativo da aplicação do método de pegada ecológica em sistemas de cultivo de tilápia nos viveiros e tanques-rede.....	24
FIGURA 02	Representação esquemática de um sistema e suas interações.....	26
FIGURA 03	Esquema de um modelo sistêmico para uma piscicultura sustentável.....	27
FIGURA 04	As três dimensões ambientais afetadas pelo impacto de qualquer atividade humana.....	34
FIGURA 05	Mapa de localização da área de estudo.....	45
FIGURA 06	Sede da organização na comunidade.....	47
FIGURA 07	Vista parcial do empreendimento da comunidade instalado no açude Pereira de Miranda.....	48
FIGURA 08	Piscicultores durante o manejo.....	50
FIGURA 09	Bacia hidrográfica do Curu, situada entre as bacias hidrográficas do litoral e metropolitana.....	51
FIGURA 10	Mapa geomorfológico da área de estudo.....	53
FIGURA 11	Mapa hidrológico da área de estudo.....	55
FIGURA 12	Oficina com o envolvimento dos moradores da comunidade.....	59
FIGURA 13	Mapa de visualização dos pontos de coleta.....	61
FIGURA 14	Classificação dos indicadores em suas respectivas dimensões contextualizados para o estudo.....	67
FIGURA 15	Grau de Sustentabilidade.....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01	Distribuição de frequência dos entrevistados relativa ao sexo, faixa etária e o estado civil.....	82
GRÁFICO 02	Distribuição de frequência dos entrevistados relativa à atividade econômica, escolaridade, quantidade de filhos e dependentes de renda.....	83
GRÁFICO 03	Contribuição dos indicadores na composição do $I_S$ .....	89
GRÁFICO 04	Contribuição dos indicadores na composição do $I_A$ .....	93
GRÁFICO 05	Contribuição dos indicadores na composição do $I_E$ .....	97
GRÁFICO 06	Contribuição dos indicadores na composição do $I_T$ .....	100
GRÁFICO 07	Distribuição dos valores de pH nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.....	104
GRÁFICO 08	Distribuição dos valores da $DBO_5$ nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.....	104
GRÁFICO 09	Distribuição dos valores do Nitrogênio total nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.....	105
GRÁFICO 10	Distribuição dos valores de Oxigênio Dissolvido nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.....	106
GRÁFICO 11	Distribuição dos valores de Sólidos Totais nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.....	107
GRÁFICO 12	Distribuição dos valores de Turbidez nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.....	107
GRÁFICO 13	Distribuição dos valores de Fósforo total nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.....	108
GRÁFICO 14	Distribuição dos valores de Clorofila <i>a</i> nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.....	109
GRÁFICO 15	Distribuição dos valores da temperatura da água nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.....	110
GRÁFICO 16	Índices de Sustentabilidade do projeto.....	116

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Classificação da água segundo o IQA.....	42
TABELA 02	Classificação do estado trófico da água para reservatórios segundo o sistema proposto por Toledo.....	43
TABELA 03	Informações básicas sobre a caracterização da produção.....	49
TABELA 04	Principais reservatórios da bacia do Curu e capacidade de acumulação.....	56
TABELA 05	Localização geográfica dos pontos de coleta das amostras de água.....	62
TABELA 06	Valores de pesos $w_i$ de cada parâmetro do IQA.....	63
TABELA 07	Valores dos subíndices de sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada.....	85
TABELA 08	Frequência relativa dos piscicultores segundo o acesso à educação com a implantação do projeto (%) .....	86
TABELA 09	Frequência relativa dos piscicultores quanto ao melhoramento na condição de moradia com a implantação do projeto (%) .....	86
TABELA 10	Frequência relativa dos piscicultores quanto ao melhoramento nas condições sanitárias com a implantação do projeto (%) .....	87
TABELA 11	Frequência relativa dos piscicultores quanto ao nível de organização social dos grupos inseridos no projeto de piscicultura (%) .....	87
TABELA 12	Frequência relativa dos piscicultores quanto a segurança alimentar com a implantação do projeto (%) .....	88
TABELA 13	Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do índice social ( $I_s$ ).....	89
TABELA 14	Frequência relativa das condições de saneamento básico dos piscicultores (%).....	90
TABELA 15	Frequência relativa de percepção ambiental dos piscicultores (%).....	91
TABELA 16	Frequência relativa dos piscicultores segundo o cumprimento da legislação ambiental com a implantação do projeto.....	92
TABELA 17	Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do índice ambiental ( $I_A$ ).....	93
TABELA 18	Frequência dos piscicultores relativa ao nível de satisfação com o trabalho após a inserção no projeto (%).....	94
TABELA 19	Frequência dos piscicultores relativa à situação da renda com a implantação do projeto (%).....	95
TABELA 20	Frequência dos piscicultores relativa à infraestrutura, acesso ao mercado e meios de comercialização da produção (%).....	95
TABELA 21	Frequência relativa dos piscicultores quanto à aquisição de bens duráveis após a inserção no projeto (%) .....	96
TABELA 22	Frequência relativa dos piscicultores segundo os benefícios do fundo rotativo solidário (%).....	96
TABELA 23	Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do subíndice econômico ( $I_E$ ).....	97
TABELA 24	Frequência relativa dos piscicultores quanto à assistência técnica ao projeto (%)....	98

TABELA 25	Frequência relativa dos piscicultores quanto à capacitação técnica prestada com a implantação do projeto (%).....	99
TABELA 26	Frequência relativa dos piscicultores segundo o sistema de produção empregado no projeto (%).....	99
TABELA 27	Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do subíndice tecnológico ( $I_T$ ).....	100
TABELA 28	Resultados das análises de água em diferentes pontos de amostragem no açude Pereira de Miranda.....	28
TABELA 29	Valores do IQA estabelecidos pelos cálculos para os pontos estudados no decorrer da pesquisa.....	111
TABELA 30	Valores do $IET_m$ estabelecidos pelos cálculos para os pontos estudados no decorrer da pesquisa.....	111
TABELA 31	Participação de indicadores individuais na composição do Índice Social ( $I_S$ ) das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.....	112
TABELA 32	Participação de indicadores individuais na composição do $I_A$ das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.....	113
TABELA 33	Participação de indicadores individuais na composição do Índice Econômico ( $I_E$ ) das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.....	114
TABELA 34	Valores dos índices calculados para as famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada.....	114
TABELA 35	Índices calculados e grau de sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar da comunidade de Malhada.....	115

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01	Vantagens e Limitações dos indicadores de sustentabilidade.....	29
QUADRO 02	Características de lagos e reservatórios para diferentes níveis de trofia.....	44
QUADRO 03	Parâmetros analisados e os respectivos métodos empregados nas análises.....	62
QUADRO 04	Seqüência metodológica proposta para sistematizar a avaliação de sustentabilidade.....	66
QUADRO 05	Operacionalização dos indicadores da dimensão social.....	68
QUADRO 06	Operacionalização dos indicadores da dimensão ambiental.....	72
QUADRO 07	Operacionalização dos indicadores da dimensão econômica.....	74
QUADRO 08	Operacionalização dos indicadores da dimensão tecnológica.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADECE	Agência do Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará
ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhias de Tecnologia de Saneamento Ambiental
COGERH	Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice do Estado Trófico
IQA	Índice de Qualidade da Água
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente
UICN	União Internacional para Conservação da Natureza
UNCSD	Commission for Sustainable Development United Nations
SDA	Secretaria de Desenvolvimento Agrário
SEMACE	Secretaria Estadual do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1	Objetivos geral e específicos.....	20
1.2	Estrutura do trabalho.....	20
<b>2</b>	<b>AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>22</b>
2.1	Alguns instrumentos utilizados para avaliar a sustentabilidade.....	23
2.1.1	Pegada ecológica.....	23
2.1.2	Abordagem sistêmica .....	25
2.1.2.1	<i>O modelo sistêmico para a Piscicultura.....</i>	<i>26</i>
2.1.2	Indicadores de Sustentabilidade.....	27
2.1.3.1	<i>Vantagens e limitações de indicadores de sustentabilidade.....</i>	<i>28</i>
2.2	Bases conceituais da Sustentabilidade .....	29
2.2.1	Piscicultura e Sustentabilidade.....	31
<b>3</b>	<b>BREVE HISTÓRICO DA PISCICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO.....</b>	<b>35</b>
3.1	A importância da piscicultura familiar no semiárido nordestino.....	36
3.2	Piscicultura e qualidade da água.....	39
3.2.1	Indicadores de qualidade da água.....	40
3.2.1.1	<i>Índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET).....</i>	<i>41</i>
3.2.1.2	<i>Características tróficas dos reservatórios.....</i>	<i>43</i>
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>45</b>
4.1	Localização e caracterização.....	45
4.2	A Associação e o Projeto de Piscicultura na área de estudo.....	46
4.3	A Bacia hidrográfica do Curu.....	50
4.2.1	Os Condicionantes Geoambientais da área de estudo.....	52
4.2.1.1	<i>Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....</i>	<i>52</i>
4.2.1.2	<i>Aspectos Climáticos e Hidrológicos.....</i>	<i>54</i>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>57</b>
5.1	Origem dos dados.....	57
5.1.1	Formas de coleta dos dados.....	58
5.1.1.1	<i>Entrevista.....</i>	<i>58</i>
5.1.1.2	<i>Observação participante.....</i>	<i>59</i>

5.2	Métodos de análise.....	60
5.2.1	Análises exploratória e descritiva.....	60
5.2.2	Coleta e análises da água.....	61
5.2.2.1	<i>Determinação do IQA e IET</i> .....	63
5.3	Seleção de indicadores para a avaliação de sustentabilidade.....	64
5.3.1	Operacionalização de indicadores.....	68
5.3.1.1	<i>Indicadores da dimensão social</i> .....	68
5.3.1.2	<i>Indicadores da dimensão ambiental</i> .....	71
5.3.1.3	<i>Indicadores da dimensão econômica</i> .....	73
5.3.1.4	<i>Indicadores da dimensão tecnológica</i> .....	76
5.3.1.5	<i>Qualidade da água</i> .....	78
5.4	Procedimentos de cálculos adotados para a determinação do Índice de Sustentabilidade..	79
5.4.1	Cálculo dos subíndices.....	79
5.4.2	Determinação do Índice de Sustentabilidade.....	80
5.5	Procedimentos de estatística inferencial adotados no estudo.....	81
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>82</b>
6.1	Perfil Socioeconômico da Comunidade de Malhada.....	82
6.2	Subíndices de Sustentabilidade do Projeto de Piscicultura Familiar.....	85
6.2.1	Dimensão Social.....	85
6.2.2	Dimensão Ambiental.....	89
6.2.3	Dimensão Econômica.....	94
6.2.4	Dimensão Tecnológica.....	98
6.3	Avaliação da qualidade da água nas zonas de influência de piscicultura por meio dos índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET).....	101
6.3.1	Propriedades físico-químicas e biológicas das amostras de água.....	102
6.3.2	Classificação dos índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico médio (IET <sub>m</sub> ) obtidos nos pontos estudados.....	110
6.4	Análise comparativa entre famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura..	112
6.5	Sustentabilidade do projeto.....	115
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>117</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>119</b>
	APÊNCIDE A.....	127
	APÊNDICE B.....	135
	ANEXO.....	137

## INTRODUÇÃO

Está se tornando cada vez mais claro que a solução dos problemas que impedem a sustentabilidade requerem a consideração de todo o sistema formado por natureza e sociedade, isto é, a integração dos fatores ecológico, econômico, social, cultural e político, incluindo também os subsistemas relevantes e as ligações entre eles (GALLOPÍN *et al.*, 2001).

A convivência com o semiárido nordestino exige a garantia e permanência das pessoas nas atividades rurais com dignidade. Os problemas enfrentados pela população rural em decorrência do clima geram dificuldades socioeconômicas (fome, secas, perdas de produção, desemprego, falta de recursos e pobreza) para as populações que habitam a região.

A região semiárida do Nordeste brasileiro que ocupa uma área de mais de um milhão de quilômetros quadrados apresenta índices pluviométricos baixos, entre 350 e 700 mm/ano com chuvas raras e irregulares, a evapotranspiração, marcada pela forte insolação (2.800 h/ano) e temperaturas médias elevadas (acima de 25°C), tem papel marcante, ao retirar cerca de 90 % dessa água, deixando apenas 10 % para formar os rios temporários e permitir a recarga dos aquíferos subterrâneos. Esta peculiaridade faz com que a economia da região seja extremamente dependente do clima tornando-se vulnerável às crises climáticas, que mesmo em tempos normais, não gera renda suficiente para sustentar sua população (SALATI *et al.*, 2002; LIMA, 2003; NASCIMENTO, 2007).

A quantidade e a distribuição dos açudes existentes na região semiárida nordestina permitem que os habitantes locais tenham alternativas de produção de alimentos, capazes de reduzir a dependência das chuvas e o risco da fome, sendo um importante recurso para uma política pública de gestão regional, a fim de minimizar os impactos decorrentes do clima.

Geralmente, os usos de reservatórios são destinados ao abastecimento humano e animal, como prioridade absoluta, o abastecimento industrial e a irrigação, em alguns casos e, como usos secundários, a piscicultura, a geração de energia e o lazer. Segundo Salati (*op cit.*) estima-se que existe no semiárido brasileiro, cerca de uma centena de milhares de barramentos e extensa rede de reservatórios de acumulação, com açudes de pequeno, médio e grandes portes.

Entretanto Ostrensky *et al.*, (2008) afirmam que se bem executado pelo poder público, o uso de grandes corpos d'água para fins de piscicultura pode servir como um importante instrumento de geração de renda e até de inclusão social. Conforme esses autores, a sustentabilidade da aquicultura em áreas destinadas a projetos de cultivo, (individuais ou

coletivos) e as áreas de preferência, também contemplam planos de gerenciamento e monitoramento ambiental, com políticas de logística de acesso e escoamento da produção, infraestrutura, pesquisa, extensão e crédito.

Nesta ótica, urge a importância da realização de programas e projetos que se identifiquem com as comunidades rurais locais, e de tal forma que respeitem a natureza e reconheçam a fragilidade do semiárido, garantindo a vida no presente e para as gerações vindouras. Um exemplo desses projetos é o cultivo de peixes em tanques-rede ou gaiolas, que por ser de baixo investimento, pode se apresentar como alternativa de subsistência podendo possibilitar o aproveitamento dos açudes e dos grandes reservatórios.

Souza Júnior (2009) destaca que o cultivo de peixes em módulos familiares pode ser uma excelente atividade econômica para o Nordeste brasileiro podendo também ser eficiente na preservação da natureza desde que o planejamento e as técnicas de manejo sejam adequados à realidade da região.

Igualmente, como a agricultura familiar, a piscicultura familiar é uma forma de produção onde predomina a interação entre a autogestão e o trabalho. É estabelecimento integrante cujos protagonistas são os próprios membros da comunidade local e que utiliza mais a mão de obra familiar que a contratada (OSTRENSKY, 2008). Não obstante, a renda obtida na piscicultura familiar reforça a necessidade premente de apoio à atividade como uma forma efetiva de combate à pobreza no meio rural, buscando alternativas que viabilizem a modificação da situação de exclusão em que vivem essas populações.

Atrelada a isso, pesquisas recomendam a criação de organismos aquáticos sob condições controladas ou semi controladas, que vem se desenvolvendo no meio rural, tendo como destaque a piscicultura em tanques-rede; por exemplo, no açude Pereira de Miranda (município de Pentecoste, CE) como forma de subsistência e complementação da renda para comunidades que vivem no entorno.

O cultivo de peixes pelas comunidades rurais também pode representar uma chance de mitigar os impactos ambientais da pesca, vez que esta atividade extrativista já atingiu o seu limite máximo sustentável desde a década de 90. Sua importância não se restringe somente a esse fato, pois, esta atividade parece ser uma ferramenta valiosa para atender à demanda na segurança alimentar e nutricional dessas populações.

A atividade não é somente uma forma de se produzir alimento, mas é também parte de resolução do problema do desenvolvimento rural, incluindo a distribuição de alimento e renda e de melhores condições de vida. No documento *Nosso Futuro Comum*, elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU, a

pesca e a aquicultura são atividades consideradas estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta (ARANA, 1999; BARDACH e SANTERRE 2003 *apud* ALBINATI, 2006).

Porém, quando se pensa no cultivo de peixes, a questão ambiental tem marcante destaque, uma vez que resíduos excretados pelos organismos aquáticos, contrariamente ao observado em animais terrestres, são de difícil coleta, dissolvendo-se ou permanecendo em suspensão na água de cultivo (OSTRENSKY *et al.*, 2008). De um modo geral, os materiais excretados, somados aos resíduos de ração, contribuem para o aumento de matéria orgânica, o que reduz a qualidade da água e, conseqüentemente, o rendimento e a qualidade dos animais produzidos.

Vários estudos sugerem que com a diminuição da qualidade da água, outros danos ambientais podem decorrer de um manejo inadequado, como por exemplo, a disseminação de doenças e a introdução de espécies exóticas invasoras. Por outro lado as pesquisas enfatizam os sistemas de baixo custo, que requeiram pouca manutenção e que preservem a qualidade da água e evitem desperdícios.

Na localidade de Malhada – Pentecoste – Ceará, as principais atividades desenvolvidas por esta comunidade são: a piscicultura (tilapicultura) em tanques-rede, a horticultura e a apicultura. Dentre estas, a atividade piscícola é a principal garantia para a produção de alimentos e complemento da renda às famílias envolvidas nesta atividade.

Não obstante, o que se observa na área de estudo é que as famílias inseridas no projeto de piscicultura enfrentam problemas de ordens técnicos e socioeconômicos que envolvem também aspectos ambientais tais com o manejo alimentar, controle da qualidade da água, pouco ou nenhum melhoramento da renda familiar, aquisição de insumos para a produção, acesso ao mercado, escoamento da produção, dentre outros.

Neste trabalho propôs-se uma avaliação de sustentabilidade do projeto de piscicultura desenvolvido pelos grupos familiares, voltada para a busca do equilíbrio entre aspectos multidimensionais da atividade piscícola, adotando uma visão sistêmica principalmente por esta atividade ser realizada em um ecossistema aquático.

Diante disso, a pesquisa visa contribuir com um estudo de caso sobre o projeto de piscicultura familiar na localidade, por meio de mensuração do seu grau de sustentabilidade em cinco escopos: social, ambiental, econômica, tecnológica e qualidade da água, com finalidade de gerar instrumentos que poderão subsidiar elaboração de políticas voltadas às atividades que se identifiquem com as comunidades rurais carentes.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar da comunidade de Malhada – Pentecoste – Ceará.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil socioeconômico da comunidade de Malhada e realizar uma análise comparativa das famílias inseridas e não inseridas no projeto quanto aos indicadores socioeconômicos e ambiental;
- Determinar os subíndices de sustentabilidade do projeto por meio dos indicadores social, ambiental, econômico, tecnológico e de qualidade da água;
- Avaliar a qualidade da água nas zonas de influência da unidade de piscicultura pela determinação dos índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET);
- Determinar o índice e grau de sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar.

## **1.2 Estrutura do trabalho**

O trabalho está organizado em 8 capítulos, iniciando pela introdução, onde foram apresentados em primeiro momento os problemas enfrentados pela população do semiárido nordestino justificando a importância de realização de estudo e suas motivações, assim como os objetivos da pesquisa finalizando com a estruturação do trabalho.

Os capítulos 2 e 3 trataram do referencial teórico da pesquisa, onde a partir de uma ampla revisão bibliográfica buscou-se compilar temas relevantes à pesquisa. Na primeira parte deste capítulo discutiu-se sobre avaliação da sustentabilidade e alguns métodos utilizados nesta avaliação, conceitos de sustentabilidade e a discussão sobre a piscicultura e sustentabilidade. No segundo momento abordou-se sobre o histórico da piscicultura no Nordeste; a importância da piscicultura familiar para o semiárido nordestino e, por fim, discutiu-se sobre aspectos de qualidade da água.

O quarto capítulo está subdividido em três partes. A primeira parte se ocupa da descrição da área de estudo. A segunda se dedica a caracterização da associação dos moradores e do projeto de piscicultura familiar na comunidade. A caracterização da bacia

hidrográfica e dos condicionantes geoambientais da bacia onde se encontra localizada a unidade de piscicultura que é o objeto da pesquisa, constitui a terceira parte do capítulo 4.

O quinto capítulo trata da metodologia empregada no ato de realização da pesquisa. Neste capítulo constam a origem e formas de coleta dos dados, os métodos e técnicas de pesquisa, das análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água, dos cálculos dos índices de qualidade da água e dos procedimentos estatísticos adotados na pesquisa. O capítulo é composto também do modelo metodológico adotado para avaliação de sustentabilidade, os indicadores selecionados em seus diferentes escopos e da descrição dos procedimentos de cálculos para a determinação do índice e, conseqüentemente, do grau de sustentabilidade em que se encontra o projeto em análise.

A análise e descrição dos resultados da pesquisa e suas discussões compõem capítulo 6.

O capítulo 7 relata as principais conclusões do estudo, trazendo também as considerações quanto à busca da sustentabilidade do projeto de piscicultura na comunidade envolvida. Finalmente o capítulo 8 é composto de todas as referências citadas no trabalho.

## 2 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Uma avaliação tem por objetivo caracterizar e acompanhar um dado sistema. A análise de sustentabilidade de um determinado sistema de produção incorporando indicadores multidimensionais de sustentabilidade começa com a sua descrição, simplificando a realidade a partir da identificação da sua estrutura, funcionamento e as principais relações entre suas respectivas dimensões, de modo a verificar o nível de sustentabilidade dos sistemas produtivos (CLAIN, 1997; MANZONI, 2006).

Segundo Valenti (2010, p. 8),

As avaliações de sustentabilidade de uma atividade produtiva devem ser consideradas como parte de um processo dinâmico de aprendizado para atingir sistemas mais sustentáveis. Devem ser fixadas metas realistas a serem perseguidas, que depois de atingidas, podem ser reformuladas em processo contínuo de busca de sistemas realmente sustentáveis, uma vez que a sustentabilidade não é um estado fixo.

O uso dos indicadores foi amplamente estimulado pela recomendação contida na Agenda 21, em particular no seu capítulo 40, acerca da necessidade de se criar e utilizar indicadores, capazes de medir o avanço rumo a uma sociedade equilibrada e justa em termos ambientais, sociais e econômicos (PNUMA, 2004).

Existem muitos tipos de indicadores e a sua escolha varia conforme o objeto de estudo. Uma ampla literatura consagrada sobre indicadores foram produzidas majoritariamente por organismos como a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (UNCSD) e a Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OECD) (PNUMA *op cit.*).

De um modo geral, a Agenda 21 funcionou neste sentido, como uma matriz de identificação de temas e problemas ambientais envolvendo organismos internacionais e agências governamentais na construção de indicadores para a avaliação do grau de sustentabilidade das políticas, programas, e processos de desenvolvimento econômico, urbano e social que têm impacto sobre o meio ambiente.

Os indicadores comunicam informações estatísticas, científicas e técnicas para a população em geral e para segmentos sociais determinados, sobre os objetivos e as metas das políticas públicas, as características e as tendências de fenômenos urbanos e ambientais, econômicos e sociais, sendo úteis também para revelar o desempenho e a eficácia do trabalho dos órgãos públicos.

Porém, conforme os relatos de Hardi e Zdan (2000 *apud* SILVA, 2011) a maior dificuldade para realizar a avaliação da sustentabilidade é o desafio de explorar e analisar um sistema no contexto holístico, pois esse tipo de visão não se resume apenas em contemplar os sistemas econômico, social e ecológico, mas também a interação entre eles. Neste sentido, a utilização de diferentes dimensões, ou grupos de indicadores, pode facilitar o emprego de medidas que estão além dos fatores puramente econômicos, incluindo um balanço de sinais que derivam do bem-estar humano e ecológico (BELLEN, 2003).

Com efeito, Deponti *et al.*, (2002), afirmam que para a avaliação da sustentabilidade é necessário caracterizar os pontos críticos que limitam um sistema e conseqüentemente realçar as suas vulnerabilidades. Se a determinação desses pontos for criteriosa poder-se-á de certa forma reduzir o número de indicadores, pois se avaliarão temas mais centrais que influenciam diretamente a sustentabilidade do sistema.

## **2.1 Alguns instrumentos utilizados para avaliar a sustentabilidade**

Antes de abordar alguns instrumentos utilizados na avaliação da sustentabilidade, é importante mencionar que os modelos não foram pesquisados com profundidade, porém, pretendeu-se mostrar as iniciativas dos autores como Valenti *et al.*, (2010), Veiga (2010) e Bellen (2003), que discutem os principais métodos para avaliar a sustentabilidade de uma atividade produtiva, que são: Pegada Ecológica, Abordagem Sistêmica e Indicadores de Sustentabilidade, métodos amplamente utilizados dentro da comunidade científica na avaliação da sustentabilidade.

### **2.1.1 Pegada ecológica**

O balanço entre a pressão humana sobre a natureza e sua capacidade regenerativa (ou “biocapacidade”), surgiu no início dos anos 1990, na Universidade de British Columbia, em Vancouver, resultado de uma pesquisa do ecólogo William Rees, que veio a ser consolidada em 1994, em tese de doutorado de um de seus alunos onde foi publicada em coautoria no livro “Our Ecological Footprint” (VEIGA, 2010). O lançamento deste livro marca definitivamente a utilização desta ferramenta para avaliar e comunicar o desenvolvimento sustentável. Embora este trabalho não seja o primeiro que aborde explicitamente este conceito, foi ele que marcou o início de diversos trabalhos de pesquisadores e organizações no desenvolvimento desta ferramenta, conforme afirma Bellen (2004).

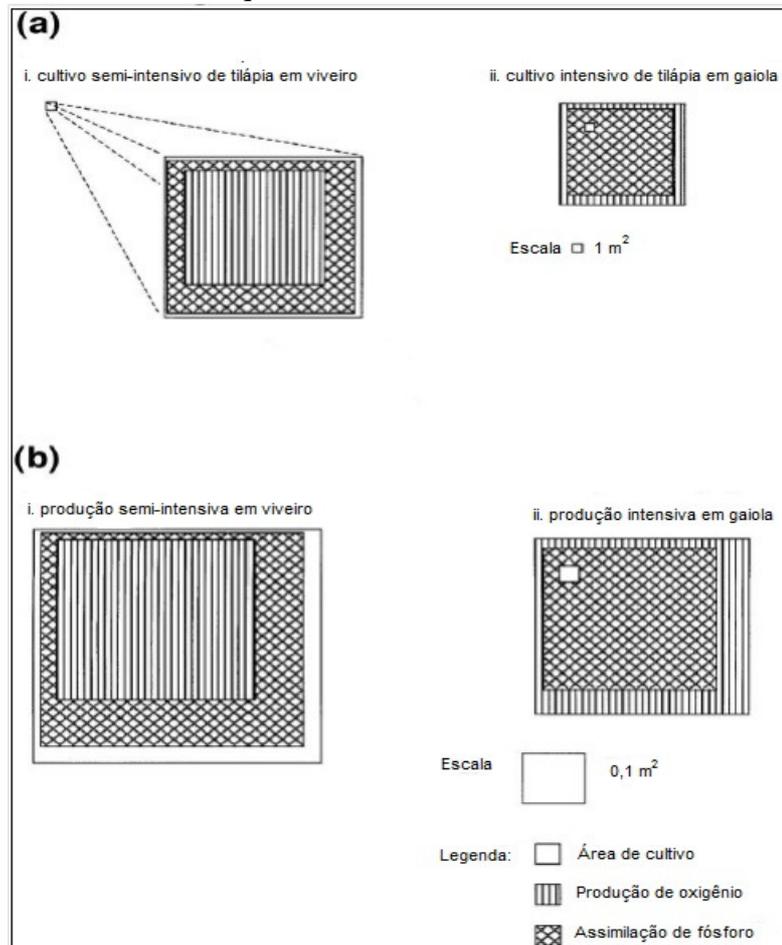
Bellen (2004) complementa que o Ecological Footprint Method fundamenta-se basicamente no conceito de capacidade de carga. Para efeito de cálculo, a capacidade de carga de um sistema corresponde à máxima população que pode ser suportada indefinidamente no sistema. Resumidamente, este método consiste em definir a área necessária para manter uma determinada população ou sistema econômico indefinidamente, fornecendo:

- a) energia e recursos naturais, e
- b) capacidade de absorver os resíduos ou dejetos do sistema.

Este modelo assume que todos os tipos de energia, o consumo de material e a descarga de resíduos demandam uma capacidade de produção e/ou absorção de uma área finita de terra ou água, e que os cálculos incorporam as receitas mais relevantes determinadas por valores socioculturais, tecnologia e elementos econômicos para a área estudada.

Na Figura 1 apresenta-se uma representação esquemática resultante da aplicação do método da pegada ecológica em sistemas de cultivo de tilápias.

**Figura 1** – Esquema ilustrativo da aplicação do método de pegada ecológica em sistemas de cultivo de tilápia em viveiros e tanques-rede.



Fonte: Adaptado de Berg *et al.*, (1996 *apud* KIMPARA *et al.*, 2010).

### 2.1.2 Abordagem sistêmica

A abordagem sistêmica é uma maneira de pensar em termos de conexões, inter-relações e contexto. De acordo com essa visão, as propriedades essenciais de um organismo, uma sociedade ou outro sistema complexo são propriedades do todo, decorrente das interações e relações entre as partes (GALLOPÍN *et al.*, 2001).

Segundo Bertalanffy (1972, p. 417),

um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o ambiente”. Um sistema pode ser identificado quando há entrada de insumos, realização de um processamento ou uma atividade transformadora e a saída de um produto sendo que este ou parte deste retorna como novo insumo fazendo com que o sistema gire novamente.

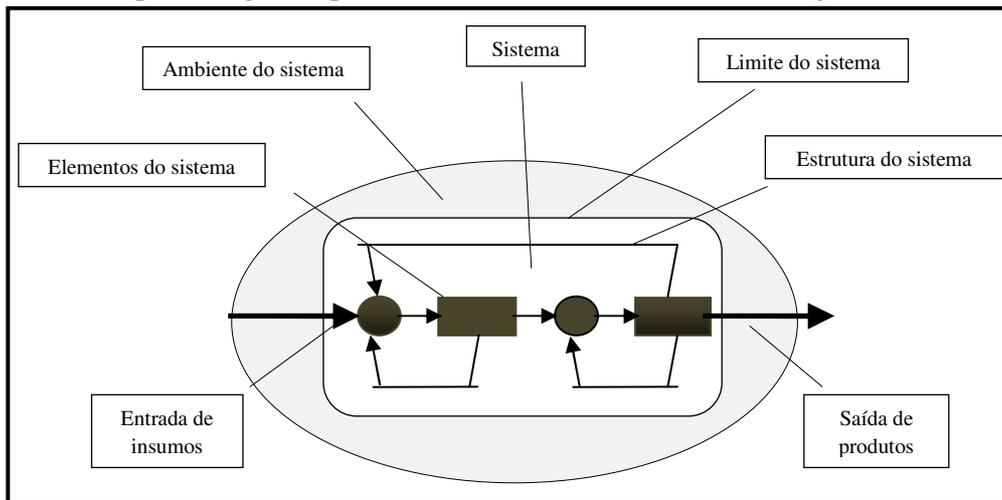
O autor relata ainda que se um sistema se relaciona com os demais sistemas continuamente, ele é aberto. Desta forma, os sistemas biológicos, sistemas de comunicações, sistemas sociais, são considerados sistemas abertos e possíveis de serem estudados como modelos integrados aos seus meios ambientes, com várias características semelhantes entre si, embora, também, com diferenças.

No entanto, Valenti (2010) afirma que os sistemas aquícolas não podem ser totalmente compreendidos por meio da divisão em componentes. É importante, o estudo das interações que permita uma perspectiva sistêmica, já que o entendimento de problemas e soluções não é divisível.

Bossel (1999, p. 20), propôs por meio de um esquema (FIGURA 2) um conceito essencial do sistema, que também pode ser usado para sistemas aquícolas:

Um sistema é algo que é composto por elementos de sistemas conectados numa estrutura característica do sistema. Esta configuração de elementos de sistema o permite realizar funções de sistemas específicos em seu ambiente de sistema. Essas funções podem ser interpretadas como servindo a um propósito distinto do sistema. As fronteiras (limites) do sistema são permeáveis para a entrada de insumos e saída de produtos para o ambiente. Isto define a identidade e autonomia do sistema.

**Figura 2** — Representação esquemática de um sistema e suas interações.



Fonte: BOSSEL (1999).

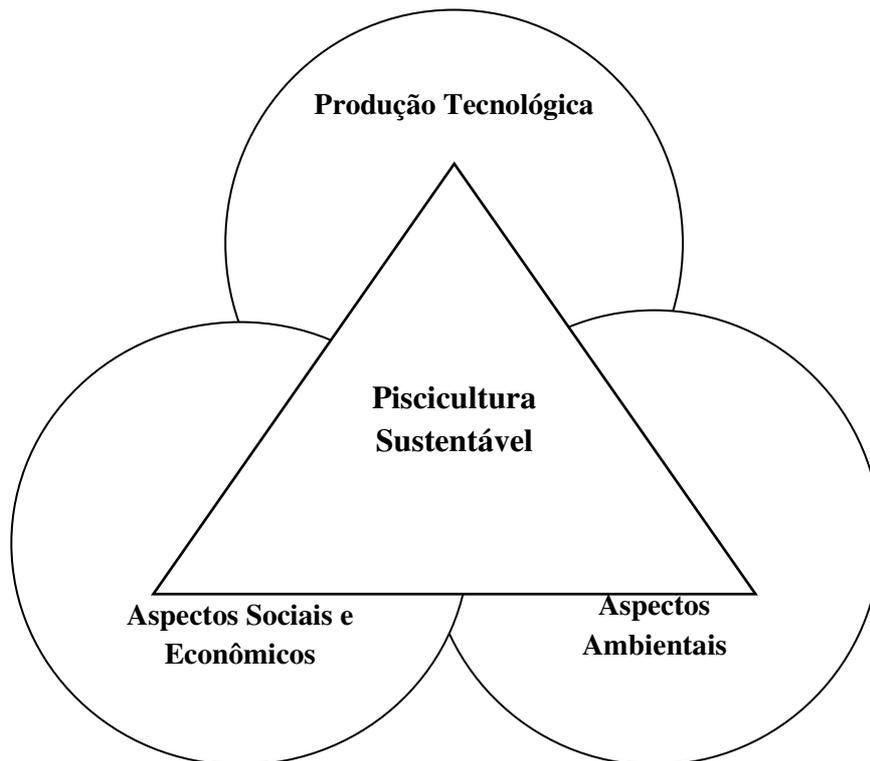
#### 2.1.2.1. O modelo sistêmico para a Piscicultura

A natureza sistêmica do desenvolvimento sustentável está expressa na indivisibilidade das dimensões social, ambiental e econômica para a promoção desse tipo de desenvolvimento. Isso porque o meio ambiente é o local onde todos os indivíduos vivem e o desenvolvimento é o que cada indivíduo faz para melhorar sua sobrevivência nesse ambiente, formando, portanto, um complexo sistema de causa e efeito (WCED, 1987).

Ademais, inserindo-se em uma visão sistêmica, com base em princípios da sustentabilidade, percebe-se que não são suficientes apenas as informações relacionadas à eficiência socioeconômica, em geral referente à produção e renda e o bem estar, sendo preciso também incorporar informações que envolvam outros aspectos, como os ambientais e tecnológicos, permitindo avaliar a sustentabilidade do sistema de uma maneira holística.

No entanto, Edward e Demaine (1998 *apud* NASCIMENTO, 2007) propuseram um modelo sistêmico para a aquicultura sustentável adaptado para piscicultura familiar nesta pesquisa. O modelo está subdividido em três subsistemas: produção tecnológica, aspectos socioeconômicos e aspectos ambientais (FIGURA 3). De um modo geral, o sistema aquícola sustentável deve alcançar a eficiência produtiva, ser socialmente justo e lucrativo, e ambientalmente compatível.

**Figura 3** – Esquema de modelo sistêmico para piscicultura sustentável.



Fonte: Adaptado de Edward e Demaine (1998 *apud* NASCIMENTO, 2007).

### **2.1.3 Indicadores de Sustentabilidade**

A referência no estudo de indicadores de sustentabilidade é a Conferência Mundial Sobre o Meio Ambiente (Rio-92), no seu documento final, a Agenda 21, em seu capítulo 40, enfatiza a necessidade do desenvolvimento de indicadores por parte de cada País, em função de sua realidade (MARZALL e ALMEIDA, 2000).

O objetivo geral de estudar um conjunto de indicadores é mostrar se o processo de desenvolvimento de uma atividade produtiva está sendo conduzido rumo à sustentabilidade ou não, e apontar os pontos críticos que precisam ser melhorados dentro do sistema, de acordo com os objetivos ou metas estabelecidas.

Indicadores de sustentabilidade devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si mesmo. Valem mais pelo que apontam do que pelo seu valor absoluto e são mais úteis quando analisados em seu conjunto do que o exame individual de cada indicador.

Segundo Valenti *et al.*, (2010), os indicadores representam uma ferramenta poderosa para reduzir a complexidade do entendimento do sistema, servindo para comparações,

descrições de padrões gerais ou como valores de referência. Podem ainda ser usados individualmente ou na forma de um índice agregado, no qual as pontuações individuais são combinadas. Neste sentido, um grande número de indicadores tem sido desenvolvido para avaliar a sustentabilidade da aquicultura, onde geralmente são colocados nas dimensões ambiental, econômica e social.

De acordo com Bellen (2005) os indicadores foram formulados com a intenção de serem utilizados na implementação de projetos de avaliação de iniciativas de desenvolvimento, desde o nível comunitário, chegando até as experiências internacionais, passando pelos níveis intermediários.

Cabe ressaltar que o uso de indicadores permite avaliar a sustentabilidade do modelo de produção, hierarquizar os problemas, definindo prioridades e contextualizá-los em nível local. Entretanto o levantamento dos indicadores deve partir da interpretação e integração dos dados de campo e informações bibliográficas (BELLEN *op cit.*).

Conforme relatado por Deponti *et al.*, (2002) uma ferramenta importante para medir a sustentabilidade é o marco de avaliação de sistemas de manejo de recursos naturais incorporando indicadores de sustentabilidade. Esta ferramenta foi desenvolvida a partir de um trabalho multi-institucional, interdisciplinar e integrador coordenado pelo Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (GIRA) do México, proposto para projetos florestais, agrícolas e pecuários.

Portanto, os indicadores escolhidos devem ser diversificados o suficiente para cobrir todas as dimensões a serem consideradas. Além disso, devem possibilitar a consolidação em gráficos ou índices combinados que permitam uma análise mais geral. Neste sentido, os dados são de mais fácil obtenção e a interpretação dos resultados, simples e facilmente compreendidos.

### **2.1.3.1 Vantagens e limitações de indicadores de sustentabilidade**

O estudo envolvendo conjunto de indicadores tem como objetivo mostrar se o processo de desenvolvimento de uma atividade produtiva está sendo conduzido rumo à sustentabilidade. Porém, quando selecionado e/ou construído um índice final, pode-se ganhar em clareza e ao mesmo tempo perder em detalhes algumas informações talvez relevantes.

No Quadro 1 apresenta-se uma síntese de algumas das principais vantagens e limitações dos indicadores de sustentabilidade.

**Quadro 1 – Vantagens e Limitações dos indicadores de sustentabilidade.**

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promove a interação entre as dimensões: econômica, social, técnica e ambiental;</li> <li>• Apresenta estrutura flexível para adaptar-se a diferentes níveis de informação e capacidade técnica disponível localmente;</li> <li>• Facilidade de transmitir informações;</li> <li>• Favorece a participação do produtor atuando de forma comunitária potencializando a descentralização e o desenvolvimento local;</li> <li>• Bom instrumento de apoio a tomada de decisão e avaliação de políticas públicas;</li> <li>• Possibilidade de comparação com padrões e/ou metas estabelecidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de informações no processo de agregação de dados;</li> <li>• Dificuldades na definição de cálculos matemáticos que melhor traduzam os parâmetros selecionados;</li> <li>• Dificuldades na aplicação em determinadas áreas;</li> <li>• Ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores;</li> <li>• Pouca visão sistêmica ou visão parcial;</li> <li>• Objetivos muito amplos ou muito específicos;</li> <li>• Diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice em relação às imposições estabelecidas.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Deponti (2002); PNUMA (2004).

## 2.2 Bases conceituais da Sustentabilidade

Nas últimas duas décadas, nenhum conceito foi tão citado, discutido e empregado em tantas pesquisas, como o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS). Igualmente, a problemática da sustentabilidade vem assumindo neste final de século um papel central na reflexão em torno das dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram (CAMARGO, 2002).

O conceito de sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável foram divulgados nos anos 80 devido à publicação da Comissão Brundtland. Os governos e grupos de indivíduos usam estes conceitos para justificar as ações que se propõem levar a cabo, apelando a uma gama de definições. A palavra “sustentar” (suster ou manter em pé) significa conservar ou prolongar o uso produtivo dos recursos e a integridade do meio ambiente o que implica que há restrições físicas em uso produtivo dos recursos (CARNEIRO, 2000).

Entretanto, segundo Marzall (1999), a noção de sustentabilidade ainda é foco de disputas e o consenso quanto à sua definição dificilmente será alcançado, pois esta é uma idéia que está intrinsecamente ligada às representações sociais e aos interesses de determinados grupos ou indivíduos.

Aráujo (2010, *apud* SILVA, 2011), enfatiza que a noção de sustentabilidade começou a ser construído na década de 1960, com a criação do Clube de Roma, grupo de pesquisadores coordenados por Dennis L. Meadows, que realizou uma série de estudos com o objetivo de investigar problemas de origem ambiental e sociológica em escala mundial. No entanto, o referido clube divulgou seu primeiro relatório, denominado *Limits to Growth* (Limites do Crescimento), que denunciava a incessante busca pelo crescimento econômico principalmente das grandes nações que se tornam mais ricas a qualquer custo, sem levar em consideração os danos à natureza e o futuro das próximas gerações.

Camargo (2002) acrescenta ainda que o Clube de Roma foi pioneiro no caminho para a consciência internacional dos graves problemas mundiais, criado por um grupo de 30 indivíduos de dez países, que incluía cientistas, economistas, humanistas, industriais, pedagogos e funcionários públicos nacionais e internacionais.

Este clube foi a consequência de debates sobre os riscos da degradação do meio ambiente que, de forma dispersa, começaram nos anos 60, e ganhou certa densidade no início dos anos 70, o que possibilitou a primeira grande discussão internacional culminando com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo.

Com o surgimento do termo sustentabilidade e com o crescimento do debate sobre os fatores que são ou não considerados sustentáveis, orientou-se a uma demanda de avaliar a sustentabilidade em diferentes meios. Esta avaliação seria realizada a partir da construção de indicadores que permitissem medir a sustentabilidade em diferentes sistemas (DEPONTI *et al.*, 2002).

O conceito de sustentabilidade ligado à preservação do meio ambiente é uma idéia recente, visto que nos países desenvolvidos o ambientalismo só tomou corpo a partir da década de 1950. Isto decorre, com efeito, que a partir desta época, ficaram evidentes os danos que o crescimento econômico e a industrialização causavam ao meio ambiente, fazendo prever as dificuldades de se manter o desenvolvimento de uma nação com o esgotamento de seus recursos naturais (DAMASCENO *et al.*, 2009).

Ao dar visão à sustentabilidade, Ignacy Sachs (1993), deixa patente que se deve ter uma visão holística dos problemas da sociedade, e não focar apenas na gestão dos recursos naturais. É pensar em algo muito mais profundo, que visa uma verdadeira transformação do modelo civilizatório atual. Ainda segundo este autor no conceito da sustentabilidade deve-se contemplar a existência de cinco dimensões, a saber:

- Que seja *socialmente justo*, que contribua para a redução das desigualdades e para a eliminação das injustiças;

- Que seja *economicamente viável*, valoração econômica dos recursos naturais que são utilizados como insumo na produção; refere-se também a uma gestão eficiente dos recursos em geral e caracteriza-se pela regularidade de fluxos do investimento público e privado;
- Deve-se considerar a dimensão *ecológica*, como terceira condição para alcançar a sustentabilidade, garantindo que a perda da qualidade ambiental e degradação dos ecossistemas não sejam o preço a ser pago;
- Como quarta dimensão da sustentabilidade considera a ordem da *equidade espacial ou sustentabilidade política*, ou a importância de se evitarem as concentrações ou aglomerações que acabam se resultando em distribuição desigual das oportunidades;
- A quinta e última condição refere-se à dimensão *cultural*: as características de cada grupo social devem ser preservadas. Valores e práticas existentes no país e/ou numa região e que integram ao longo do tempo as identidades dos povos (SACHS, 1993).

Essas cinco dimensões refletem a leitura que Sachs faz do desenvolvimento dentro de uma nova proposta, o “*ecodesenvolvimento*”, que propõe ações que explicitam a necessidade de tornar compatíveis a melhoria nos níveis de qualidade de vida e a preservação ambiental.

O conceito de ecodesenvolvimento foi utilizado pela primeira vez pelo canadense Maurice Strong (ARANA, 1999), para caracterizar uma concepção alternativa de política de desenvolvimento, que Sachs procurou tornar sistemático. O autor conceitua o ecodesenvolvimento como “desenvolvimento endógeno dependente de próprias forças, submetido à lógica das necessidades do conjunto da população, consciente de sua dimensão ecológica e buscando uma relação harmônica entre a sociedade e natureza”.

Sachs formulou os princípios básicos deste novo paradigma, integrando seis aspectos básicos: *a)* a satisfação das necessidades básicas; *b)* a solidariedade com as gerações futuras; *c)* a participação da população envolvida; *d)* a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral; *e)* a elaboração de um sistema social garantindo emprego; segurança social e respeito a outras culturas; e finalmente, *f)* programas de educação.

Cabe acrescentar que reverter políticas não sustentáveis, em todos os níveis da sociedade demandará muito esforço. Sob este aspecto, os Governos, a comunidade científica, os grupos privados e comunitários e as ONG’s desempenham um papel fundamental.

### 2.2.1 Piscicultura e Sustentabilidade

A aquicultura sustentável pode ser definida como a produção lucrativa de organismos aquáticos, mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais. Deve ser produtiva e lucrativa, mesmo incluindo as externalidades nos custos de produção. Deve usar racionalmente os recursos naturais sem degradar os

ecossistemas no qual se insere. Deve gerar empregos e/ou autoempregos para a comunidade local, elevando sua qualidade de vida e deve respeitar sua cultura (VALENTI, 2002).

Ressalta-se que a garantia da sustentabilidade da piscicultura dependerá das condições locais incluindo recursos, atividades econômicas, políticas, ações particulares, além das características particulares de cada comunidade. A sustentabilidade de qualquer atividade ou sistema pode ser dividida em três diferentes e mais aceitas dimensões: ambiental, social e econômica. Essas três dimensões são indissociáveis e essenciais para uma atividade perene, sendo sugeridas para piscicultura (VALENTI *et al.*, 2000).

De acordo com Ostrensky *et al.*, (2008) o termo “ambientalmente sustentável ou ambientalmente correta” tem predominado nos debates sobre a aquicultura, apesar de tais debates ainda não terem medidas práticas de grande amplitude. Entretanto Valenti (*op cit.*) observa que a **sustentabilidade ambiental** da piscicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. Contudo, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável.

Este tema reveste-se de fundamental importância dentro da aquicultura, pois, alguns tipos de cultivos que usam o sistema intensivo podem prejudicar os ecossistemas aquáticos uma vez que seus efluentes não recebem tratamentos adequados acabando, muitas vezes, por causar problemas de poluição ao meio ambiente, como acontece com alguns empreendimentos de cultivo intensivo de camarões marinhos.

Em resposta a este crescente problema a FAO iniciou há alguns anos uma série de atividades sobre o assunto. O principal deles é o quadro orientador chamado de Código de Conduta para Pesca Responsável e Aquicultura (FAO, 1995). No capítulo 9 deste código, dedicado à aquicultura, trata-se da importância dos Estados em desenvolver e atualizar regularmente os planos e estratégias para o desenvolvimento da aquicultura, conforme cada realidade, para garantir que ela seja ambientalmente sustentável.

No que se refere à **sustentabilidade social**, a piscicultura pode ser uma alavanca de desenvolvimento social, mas também pode gerar impactos sociais negativos se não houver harmonia com as comunidades locais (VALENTI, 2002). Os principais impactos sociais que podem ser observados são: o deslocamento ou eliminação de área extrativista, comprometendo o trabalho de comunidades locais; o desrespeito à propriedade comum (alterações nos recursos hídricos de modo a comprometer outras atividades econômicas ou de lazer) e a descaracterização da cultura das comunidades locais.

Não há como imaginar um modelo de desenvolvimento ambientalmente sustentável se não apresentar uma solução para os graves desequilíbrios provocados pelas situações de pobreza e de desigualdade socioeconômica da sociedade brasileira (CARVALHO, 1996). Um aspecto importante relacionado à sustentabilidade social é o fato desta atividade mostrar sua importância devido à sua capacidade de gerar proteína abundante e barata para a população. Sobre esta questão, Arana (1999) salienta que a solução do problema da fome não está em conter o crescimento populacional, e sim em combater a má distribuição de renda.

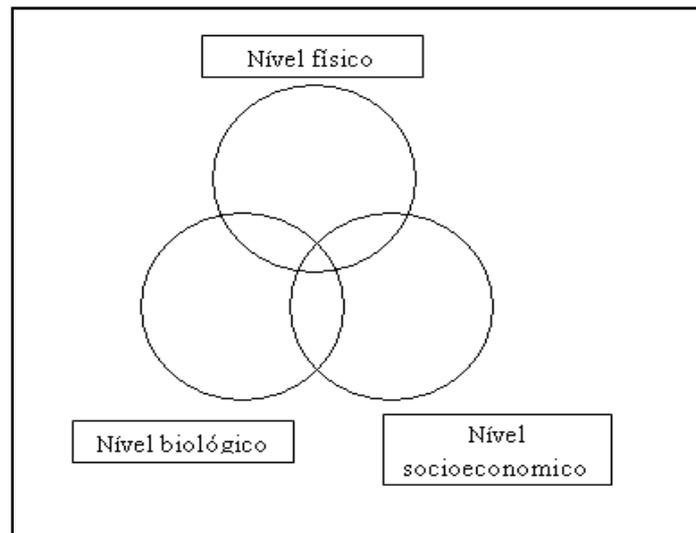
Os benefícios que a produção de peixes trás para a segurança alimentar e desenvolvimento sustentável no Brasil são inegáveis. Contudo, a regulação de padrões impõe custos onerosos a pequenos produtores e, em sua maioria, aos consumidores finais.

Com relação à *sustentabilidade econômica* desta atividade, é necessário entender a produção como um processo amplo, que envolve todo um conjunto de elementos que se inter-relacionam formando uma rede complexa, ao que Valenti *et al.*, (2000) chamam de cadeia produtiva, uma vez que ela envolve elementos de diferentes áreas de conhecimento.

Contudo, a piscicultura como atividade economicamente emergente, apesar de sua origem milenar, encontra-se hoje diante do desafio de adaptar-se ao conceito de sustentabilidade, nos moldes como este foi descrito, de maneira global, para o conjunto das atividades humanas.

Assim como sucede com qualquer outra atividade de produção, a piscicultura pode, em determinados casos, se apresentar como um sério fator de impacto ambiental. Arana *op cit.*, alerta que é importante destacar que o conceito de impacto ambiental não se refere unicamente ao meio ambiente biológico, pois há de se considerar também os níveis físico, biológico e socioeconômico, conforme a Figura 4.

**Figura 4** – As três dimensões ambientais afetadas pelo impacto de qualquer atividade humana.



Fonte: Arana (1999)

Desta forma, não seria válido olhar para uma unidade de produção isoladamente e autônomo, e sim como um elemento constituinte e dependente de um grande complexo socioambiental, pois a piscicultura, como qualquer atividade de produção, encontra-se intimamente relacionada com as dimensões socioeconômica, tecnológica e ambiental. Cabe acrescentar ainda que as unidades de cultivo, necessariamente, são manejadas por membros da sociedade para satisfazer as necessidades da própria sociedade (ARANA, 1999).

Não obstante, Valenti (2002) lembra que os cultivos mais lucrativos e/ou mais produtivos não são aqueles mais favoráveis para o desenvolvimento sustentável da aquicultura. Muitas vezes estes cultivos concentram renda, causam maior impacto ambiental e prejuízos sociais. Trata-se efetivamente do que a teoria econômica chamou de “externalidade” – danos causados por alguma atividade a terceiros sem que estes danos sejam incorporados no sistema de preços (CAVALCANTI, 1998).

Contudo, é possível dizer que a piscicultura, tal como a agricultura familiar, é fundamental à segurança alimentar principalmente para as comunidades carentes e, para que se mantenha no mesmo padrão de desenvolvimento, ela terá que estar alicerçada nos princípios de sustentabilidade, através do qual os aspectos econômicos, ambientais e sociais deverão caminhar juntos e não em direções opostas (BRASIL, 2011).

Entretanto, há que acreditar que a piscicultura enquanto atividade econômica tem um papel a desempenhar em prol do futuro da humanidade pelo simples fato de criar organismos que servem de alimento ao homem. Conseqüentemente, a questão não deverá ser impedir a

realização das atividades de piscicultura, mas sim, contemplar os três pilares sobre os quais a sustentabilidade desta atividade deverá estar alicerçada.

Entre esses desafios são citados a redução dos impactos negativos da atividade do ponto de vista ambiental e social, o desenvolvimento de tecnologias sociais que permitam aumentar a produção e a produtividade, sem a necessária ampliação das áreas cultivadas e das demandas de água, a melhoria nas condições de infraestrutura, transporte, processamento e comercialização, a capacitação de mão de obra e a consolidação de políticas públicas para o setor (BRASIL, 2011).

Outra preocupação que merece atenção está ligada aos sistemas de produção empregados atualmente nas unidades produtoras (MARENGONI *et al.*, 2008), ressaltando que há uma complexa interação existente entre os fatores bióticos e abióticos em sistemas aquáticos, onde mudanças no manejo podem gerar respostas positivas ou negativas nos fatores ambientais e socioeconômicos.

### **3 BREVE HISTÓRICO DA PISCICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO**

O início da piscicultura data da chegada dos holandeses no século XVIII com a construção dos viveiros e, na década de 1930, a atividade ganhou a projeção internacional quando Rodolpho Von Ihering desenvolveu uma técnica para induzir a desova dos peixes criados em viveiros (BORGHETTI *et al.*, 2003).

De acordo com Borghetti *et al.*, (*op cit.*) ainda na década de 30, iniciou-se o povoamento dos açudes públicos do Nordeste brasileiro, que foram construídos primariamente para armazenar água, mas que também se prestavam bem à pesca pelas populações ribeirinhas.

No ano 1971 o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, realizou a primeira introdução oficial de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da tilápia de zanzibar (*Oreochromis hornorum*), visando o peixamento dos reservatórios públicos da região e para fomento de cultivo (KUBITZA, 2003).

Na década de 80 as estações de piscicultura das companhias hidrelétricas de São Paulo e de Minas Gerais produziram grandes quantidades de alevinos de tilápia do Nilo para o peixamento dos seus reservatórios e para a venda ou distribuição junto a produtores rurais (KUBITZA, *op. cit.*). Dessa maneira, a tilápia do Nilo foi rapidamente disseminada nos reservatórios e em propriedades rurais do Nordeste e do Sudeste, e mais tarde na região Sul do país.

Porém, a década de 90 foi caracterizada pela modernização da piscicultura cearense, com grandes avanços tecnológicos, adquirindo a mesma característica intensiva e superintensiva, com a adoção de cultivos de peixes em viveiros e tanques-rede, em altas densidades de estocagem e alimentados com rações balanceadas, quase sempre industrializadas (SILVA, 1998).

Ostrensky *et al.*, (2008) relatam que o DNOCS construiu açudes no Nordeste, com o objetivo de combater os efeitos das secas e, para aproveitar essas águas armazenadas, desenvolveu programas de peixamento de açudes públicos, sendo as espécies mais capturadas a Curimatã (*Prochilodus spp*), as tilápias (*Oreochromis niloticus e O. rendalli*) e a traíra (*Hoplias sp.*), que melhor se adaptaram ao ambiente dos açudes. Kubitzka (2003) completa que o surgimento da piscicultura na região Nordeste também tinha como objetivo amenizar a fome de uma parcela da população que sentia de perto os efeitos da seca, por meio de programas do Governo Federal.

Há que salientar que no Nordeste, o Ceará é o Estado com maior tradição de consumo de tilápias, em virtude da produção natural de tilápias nos reservatórios públicos do Estado, fruto dos peixamentos realizados pelo DNOCS (KUBITZA, *op. cit.*).

### 3.1 A importância da piscicultura familiar para o semiárido nordestino

Segundo Martinez-Espinosa (1992, 1994), dentre alguns benefícios destacados pela FAO sobre a importância da piscicultura rural destacam-se: a segurança alimentar, a geração de renda, o crédito e a contribuição da piscicultura rural integrada ao desenvolvimento rural, a redução da pobreza e a sustentabilidade ambiental.

De acordo com a definição proposta por Edwards e Demaine (1997), aquicultura rural é o cultivo de organismos aquáticos por parte de grupos familiares mediante sistemas de cultivos extensivos ou semi-intensivos para o autoconsumo ou a comercialização parcial visando à obtenção de renda com o excedente.

Por outro lado Martinez-Espinosa (1994) propõe uma definição da aquicultura rural em dois tipos, que serve por sua vez para esclarecer as diferenças com outros tipos de aquicultura:

- **Tipo I** – A aquicultura realizada pelas comunidades “mais carentes” – aquela cuja característica é de baixo custo e com baixa produção, constitui em grande parte do que é chamado de aquicultura de subsistência, mas compreende também aos produtores que não chegam a consumir tudo o que produzem e comercializam o excedente de produção de forma bastante simples.

- **Tipo II** – A aquicultura dos “menos carentes” – caracterizada como sendo de baixo custo de produção, porém podem ocorrer operações com outros produtores e nesta a maioria da produção é vendida em mercados locais.

Em relação ao tipo de sistema utilizado, a atividade pode ser classificada em cultivo extensivo, semi-intensivo e intensivo (BRASIL, 2011), como é o caso de produção em tanques-rede, os quais são definidos da seguinte maneira:

- **Sistemas extensivos:** sistemas de produção em que os espécimes cultivados dependem unicamente de alimento natural disponível, podendo receber alimento artificial não balanceado e tendo como característica a baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;
- **Sistemas semi-intensivos:** dependem principalmente da oferta de alimento artificial, podendo buscar suplementarmente o alimento natural disponível, e tendo como característica a média densidade de espécimes;
- **Sistemas intensivos:** dependem integralmente da oferta de alimento artificial, balanceado e nutricionalmente completo, tendo como uma de suas características a alta densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada.

Embora a classificação acima esteja baseada apenas no tipo de alimento utilizado, outros fatores fazem parte da classificação, tais como intensificação da produção por meio da introdução de alevinos, aumento de mão de obra, capital e administração.

A piscicultura familiar tem papel importante na redução da pobreza no semiárido. Para especialistas em desenvolvimento rural, as necessidades básicas alimentares são o ponto de partida na promoção do desenvolvimento da aquicultura rural. Além disso, o peixe é visto como produto de alto valor econômico, que oferece uma oportunidade para a diversificação agrícola e melhora a renda dos produtores de pequena escala, uma vez que a agricultura sozinha não será capaz de garantir um futuro próspero.

Entretanto a piscicultura não tem sido promovida de forma adequada. Por gerar lucro relativamente alto, muitos grandes empreendedores têm investido nesta atividade, o que tem dado a aquicultura uma imagem de atividade somente para produtores capitalizados. Porém, vários trabalhos mostram a eficiência desta atividade na redução da pobreza e no desenvolvimento rural de países em desenvolvimento.

No Brasil, assim como ocorre em diversos países da Ásia, África e América Latina, existem vários programas governamentais de apoio à promoção de piscicultura familiar de subsistência. Isto porque a implementação destas políticas atende a maioria das necessidades

alimentares e de complementação de renda às populações que habitam as áreas rurais (KUBITZA, 2003).

Já é consenso que o peixe é uma das fontes de proteína mais equilibradas em aminoácidos essenciais, rico em minerais e em ácidos graxos essenciais de grande importância na nutrição humana. Possui baixo nível de colesterol e gorduras saturadas, alto teor de gorduras poli-insaturadas e ácidos gordurosos essenciais. Logo, é inquestionável a sua qualidade nutricional e sua importância para o incremento do valor nutricional das dietas das populações em geral.

Segundo Kubitza e Ono (2010) em 2004, o IBGE estimou que mais de 40% da população do Brasil vive em insegurança alimentar, ou seja, não têm acesso regular a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, muitas vezes sacrificando outras necessidades essenciais, como a educação e saúde, para minimizar o impacto da fome. Dentre estas populações a maior concentração está representada pelas regiões Norte e Nordeste do País nas áreas rurais, sendo as crianças as categorias mais atingidas.

A segurança alimentar e nutricional implica na possibilidade de acesso regular a alimentos que se complementam em termos nutricionais e que estão disponíveis em quantidades suficientes para bem nutrir a população, de forma a satisfazer as necessidades de saúde e desenvolvimento do ser humano em todas as etapas de sua vida. Entretanto esta somente é capaz de ser alcançada com programas sustentáveis de erradicação da fome no meio rural, com uma melhor distribuição de renda e forte investimento em educação (KUBITZA e ONO, *op cit.*).

Assim, a piscicultura familiar surge como uma ferramenta muito eficaz para a segurança alimentar, transformação social e desenvolvimento no meio rural, contribuindo com o bem estar das famílias rurais (segurança alimentar, incremento nutricional e complemento de renda).

É importante destacar que a criação de peixes em pequenos empreendimentos rurais contribui para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, incrementa a qualidade nutricional da dieta familiar, gera renda adicional com a comercialização de parte da produção e contribui com o bem estar das famílias, provendo uma opção a mais de lazer, reduzindo a migração desta mão de obra para os centros urbanos.

Portanto, pode-se dizer que há razões e uma grande oportunidade, que justifique as políticas públicas de implantação de um programa nacional ou regional de estímulo à piscicultura familiar em pequenas unidades de cultivos nas zonas rurais.

### 3.2 Piscicultura e qualidade da água

Durante séculos a humanidade tratou a natureza como uma fonte inesgotável de bens de consumo que poderiam ser utilizados e explorados sem limites. A água é um dos mais importantes recursos naturais que a sociedade dispõe, sendo indispensável para a sua sobrevivência.

Dentre os vários usos da água doce, destacam-se aqueles empregados para abastecimento humano e industrial, higiene pessoal e doméstica, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, preservação da flora e fauna, piscicultura e recreação. Desses usos, o abastecimento humano é considerado prioritário (BARROS *et al.*, 2011).

Segundo a OMS (2001), a água tem influência direta sobre a saúde, à qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Simões *et al.*, (2007), ressaltam que a água se destaca como um dos mais preciosos recursos, desempenhando um papel ecológico decisivo com respeito à existência e à qualidade de vida.

Os problemas de abastecimento hídrico no Brasil decorrem, essencialmente, da combinação do crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas, em níveis jamais imaginados, pois na medida em que cresce a população que faz uso de um determinado recurso hídrico superficial (rio, açude ou lagoa), há também um crescimento da demanda, contribuindo para aumentar a frequência com que acontecem períodos de escassez, e uma tendência por aumentar os impactos ambientais. Esse quadro é consequência do crescimento urbano desordenado com o desenvolvimento econômico, agrícola, industrial e tecnológico, os quais foram os principais responsáveis pela degradação da qualidade das águas de rios, lagos e reservatórios (SIMÕES *et al.*, 2007; OLIVEIRA, 2009).

Sperling (2007) reflete que a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem e pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas cujos resultados podem indicar condições mais ou menos restritivas ao uso a que se destina. Desta forma, de maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Conforme citado por Sperling (*op cit.*) tal processo se deve aos seguintes fatores:

- **Condições naturais:** mesmo com bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a qualidade das águas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultante da precipitação atmosférica. O impacto é

dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas, substâncias e impurezas do solo. Assim, a incorporação de sólidos em suspensão ou dissolvidos (ex.: íons oriundos da dissolução de rochas) ocorre, mesmo na condição em que a bacia hidrográfica esteja totalmente preservada em suas condições naturais (ex.: ocupação do solo com suas matas e florestas).

- **Interferência humana:** a interferência do homem quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água.

Mesmo não sendo a atividade mais impactante ao meio aquático (em comparação com a poluição causada pela agricultura, indústria e principalmente efluentes domésticos), a piscicultura contribui de certa forma para a eutrofização da água (CICIGLIANO, 2007).

No Brasil, a questão da qualidade da água para a piscicultura é tratada na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº357/2005 da classe 2, que relaciona os parâmetros a serem quantificados bem como o seu padrão de qualidade. Apesar da legalidade da atividade de piscicultura, reconhece-se que ainda são necessários estudos mais detalhados que associem a qualidade da água a essa atividade por meio dos índices usados no sistema de avaliação de qualidade, mantendo assim em equilíbrio seus processos ecológicos, sustentando a quantidade e qualidade deste recurso.

Deste pressuposto, para a introdução de atividades como piscicultura em reservatórios, torna-se necessário um conhecimento dos diferentes tipos de usos do solo no entorno de sua bacia hidrográfica, bem como conhecer as condições físico-químicas e biológicas de suas águas.

Nesta perspectiva surgiram os índices de qualidade da água visando incorporar as variáveis analisadas em um número que possibilitasse analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que servisse para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores, otimizando assim, o uso dessas informações como ferramentas de gestão e na tomada de decisões relativas aos recursos hídricos (CETESB, 2007).

### **3.2.1 Indicadores de qualidade da água**

Segundo Lima *et al.*, (2007) a qualidade da água é um termo que não diz respeito somente à determinação da pureza da mesma, mas também as suas características desejadas para os seus múltiplos usos. Assim, ao longo dos anos foram desenvolvidos vários índices e

indicadores ambientais para avaliação da qualidade da água com base em suas características físico-químicas e biológicas.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2007) os índices e indicadores nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento. Por outro lado os indicadores tornaram-se fundamentais nos processos decisórios de políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos.

Sperling (2007) ressalta que os índices podem ser entendidos como “notas”, que retratam condições variando de “muito ruim” a “excelente”, ou que permitam referências sobre alguns aspectos sobre o curso d’água, tal como biodiversidade e toxicidade. Ainda de acordo com o autor, os índices de qualidade não são um instrumento de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação com o público das condições ambientais dos corpos d’água.

Existem vários índices de qualidade desenvolvidos por entidades diferentes e com objetivos distintos. Para o conhecimento de alguns destes índices, a Agência Nacional de Águas – ANA, disponibiliza no seu *site* um Portal da Qualidade das Águas onde são apresentados alguns índices mais conhecidos, e que oferecem informações complementares, entre as quais:

- índice de qualidade da água (IQA)
- índice de toxicidade (IT)
- índice do estado trófico (IET)
- índice de proteção da vida aquática (IVA)

### **3.2.1.1 Índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET)**

De acordo com a ANA (2009), o IQA foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* – NSF, que posteriormente foi adotado pela CETESB e passou a ser utilizado a partir de 1975 no estado de São Paulo. Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal indicador de qualidade das águas utilizado no País (CETESB, 2007).

Com o objetivo de facilitar a interpretação das informações de qualidade das águas de forma abrangente e útil, para especialistas ou não, é fundamental a utilização de índices de qualidade. Entretanto, a CETESB, criou o IQA baseando-se numa pesquisa de opinião junto a

especialistas em qualidade das águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresentam cada parâmetro, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental do corpo d'água (CETESB, *op cit.*).

Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostas, somente nove foram selecionadas, tendo como base a utilização da água para o abastecimento público: oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes e turbidez (CETESB, *op cit.*). A partir dos cálculos, pode-se determinar a qualidade das águas, que é indicada pelos valores do IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1** – Classificação da água segundo o IQA

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
Ótima	$80 < IQA \leq 100$
Boa	$52 < IQA \leq 80$
Aceitável	$37 < IQA \leq 52$
Ruim	$20 < IQA \leq 37$
Péssima	$0 < IQA \leq 20$

Fonte: Adaptado da CETESB, 2006.

A eutrofização dos corpos d'água é um dos grandes problemas de qualidade da água ao provocar o crescimento excessivo das plantas aquáticas, o qual compromete os usos da água nos reservatórios. São vários os efeitos negativos da eutrofização, entre eles a mortandade de peixes e dificuldades para o tratamento das águas para abastecimento doméstico.

Segundo Lampareli (2004), na região Nordeste a questão da eutrofização dos açudes é preocupante na medida em que a água acumulada nestes corpos hídricos fica submetida à intensa evaporação, o que, juntamente com as escassas precipitações, concentra os sais e os compostos de fósforo e nitrogênio, acelerando a eutrofização e o consequente crescimento de microalgas e cianobactérias. O alto tempo de residência da água nos açudes e a alta insolação também colaboram para a proliferação das algas.

O IET tem como finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia (Tabela 2), ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2006). Este índice sofreu várias adaptações ao longo do

tempo, sendo atualmente calculado em função dos valores de fósforo total e clorofila *a*, e sendo expresso para rios e reservatórios.

**Tabela 2** – Classificação do estado trófico da água para reservatórios segundo o sistema proposto por Toledo.

Estado Trófico	P-Total (43µg.L <sup>-1</sup> )	Clorofila <i>a</i> (43µg.L <sup>-1</sup> )	Valores de IET <sub>M</sub>
Oligotrófico	PT ≤ 26,5	Cl <sub>a</sub> ≤ 3,8	IET <sub>M</sub> ≤ 44
Mesotrófico	26,5 < PT ≤ 53	3,8 < Cl <sub>a</sub> ≤ 10,3	44 < IET <sub>M</sub> ≤ 54
Eutrófico	53 < PT ≤ 211,9	10,3 < Cl <sub>a</sub> ≤ 76,1	54 < IET <sub>M</sub> ≤ 74
Hipertrófico	211,9 < PT	76,1 < Cl <sub>a</sub>	IET <sub>M</sub> > 74

Fonte: Adaptado de Toledo (1990).

Carlson (1977 *apud* OLIVEIRA, 2009) estudou critérios indicadores de eutrofização e definiu um índice do estado trófico, que pela sua simplicidade e objetividade, se tornou um dos mais utilizados para a classificação de lagos, segundo seu grau de trofia.

O Índice do Estado Trófico modificado (IET<sub>m</sub>) proposto por Toledo *et al.*, (1983) alterou as expressões originais do índice de Carlson através de análise estatísticas por regressão, adaptando-o, assim, aos ambientes tropicais o qual se aplica bem às regiões semiáridas do Nordeste brasileiro.

Diante desta realidade, neste trabalho foram adotados o IQA e o IET, que estabelecem e definem níveis e padrões de qualidade da água determinada pelo resultado encontrado no seu cálculo, e a partir destes, determinar a qualidade da água utilizada para produção de peixes no reservatório Pereira de Miranda, em Pentecoste – Ceará e que é utilizada para o abastecimento.

### 3.2.1.2 Características tróficas dos reservatórios

Ao longo dos tempos foram fixados vários valores – limite para os níveis de eutrofização. Conforme proposto por Oliveira (2009), a caracterização do estado trófico envolve o estabelecimento de níveis ou limites baseados no grau ou intensidade do processo da eutrofização e de suas consequências que, usualmente, podem ser classificados como:

*Oligotrófico* – Corresponde a corpos de águas claras, com baixa produtividade e em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água;

*Mesotróficos* – Corresponde a corpos de águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos;

*Eutrófico* – Corresponde a corpos de águas com elevada produtividade comparada ao nível natural básico, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos;

*Hipereutrófico* – Corresponde a corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, podendo ocorrer episódios de florações tóxicas e mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

O Quadro 2 apresenta resumidamente as características dos corpos hídricos (lagos e reservatórios) para diferentes níveis de trofia.

**Quadro 2** – Características de lagos e reservatórios para diferentes níveis de trofia.

Fator ou elemento	Classe de trofia			
	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
<b>Nutrientes</b>	Baixa concentração, reciclagem lenta	Média concentração, reciclagem lenta	Alta concentração, reciclagem acelerada	Muito alta concentração, reciclagem acelerada
<b>Macrófitas</b>	Baixa	Variável	Alta ou baixa	Baixa
<b>Dinâmica da produção</b>	Baixa	Média	Alta	Alta e instável
<b>Prejuízo aos usos múltiplos</b>	Baixo	Variável	Alto	Bastante alto

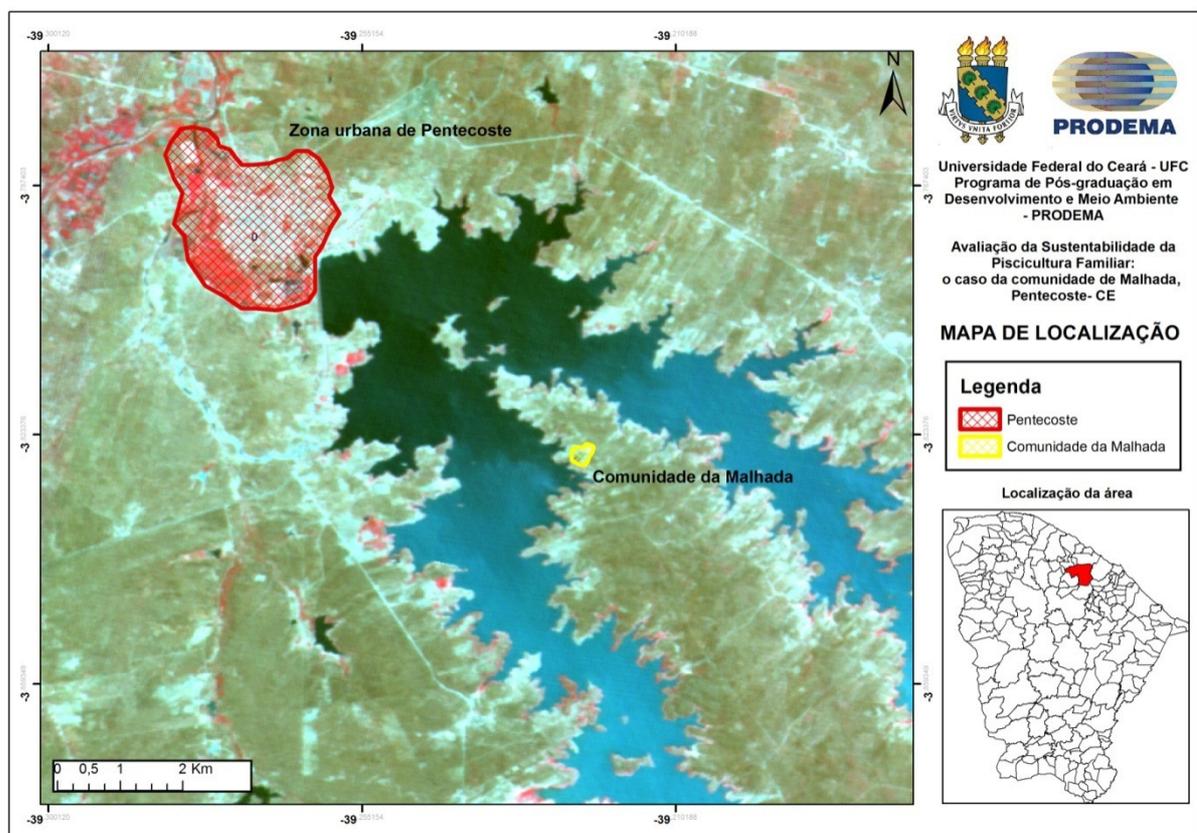
Fonte: Adaptado de Ribeiro (2007 *apud* OLIVEIRA, 2009).

## 4 ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Localização e caracterização

O objeto deste estudo é o Projeto de Piscicultura de base familiar gerenciada pela Associação Comunitária dos Moradores de Malhada, situada na zona rural do município de Pentecoste. A localidade (Figura 5) está inserida no distrito de Matias, região Meio Norte do estado do Ceará, abrangendo uma área de 25 km<sup>2</sup> (IPECE, 2011).

**Figura 5** – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor (2012)

O município de Pentecoste no qual a localidade de Malhada se insere, fica distante em linha reta a 88 km da capital do Estado, tendo como principais vias de acesso a BR 222 e CE 341. Abrange uma área absoluta de 1.378,3 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,93% do território cearense. Posiciona-se entre as coordenadas 03° 47' 34'' S e 039° 16' 13'' W, a uma altitude de 60 m e conta com os seguintes distritos: Pentecoste, Matias, Porfírio Sampaio e Sebastião de Abreu.

Ainda de acordo com o IPECE (*op cit.*) o município apresenta uma população residente,

estimada em 2010, de 35.400 habitantes, sendo 21.394 habitantes na zona urbana e 14.006 na zona rural, constituída em sua grande maioria por pequenos produtores rurais que dependem basicamente de agricultura de sequeiro com expressão para as culturas de arroz, milho, feijão, horticultura, pesca de subsistência e apicultura.

A comunidade de Malhada tem um grande potencial de desenvolvimento rural e atração dado aos arranjos produtivos e diversas atividades econômicas desenvolvidas como: a agricultura, pesca de subsistência, o projeto de piscicultura familiar, apicultura, horticultura, turismo rural e o artesanato.

O açude proporciona recurso fundamental para o desenvolvimento e a manutenção da qualidade de vida regional, uma vez que sua construção criou condições de implantar e expandir diversos projetos de piscicultura e agricultura irrigada à jusante de sua barragem.

#### **4.2 A Associação Comunitária e o Projeto de Piscicultura Familiar na área de estudo**

A Associação dos Moradores de Malhada foi fundada em abril de 1994 e conta com uma sede própria (FIGURA 6). De acordo com os depoimentos do Presidente dessa entidade e Líder Comunitário, o principal motivo da sua fundação surgiu na ocasião de uma parceria com a Fundação alemã GTZ, cujos principais objetivos são desenvolver atividades de produção e melhorar as condições de vida dos seus associados. A entidade é formada por uma diretoria composta por 16 membros escolhidos pelos associados por meio de uma eleição com mandato de dois anos de duração e realiza assembléias ordinárias como parte de organização e gerenciamento da comunidade.

**Figura 6** – Sede da organização na comunidade.



Fonte: Autor (2011)

Para muitos autores as organizações associativas comunitárias são consideradas como alicerces para o processo da inclusão das pessoas e na implementação de programas rumo ao desenvolvimento local das comunidades rurais.

Após várias discussões entre os moradores da comunidade numa reunião promovida pela associação local, chegaram a um consenso de eleger a piscicultura como uma das atividades prioritárias, que uma vez implantada deverá trazer benefícios de ordem econômica e social para toda a comunidade. Todas as famílias associadas foram capacitadas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATERCE e parceiros em cursos de atividades como Piscicultura, Artesanato e Empreendedorismo.

Com o objetivo de suprir algumas necessidades financeiras da comunidade, a Associação criou, em 1994, o Fundo Rotativo Solidário que funciona até hoje como um “Banco Comunitário” que auxilia as famílias a desenvolver as suas atividades econômicas e outros fins, por meio da concessão de créditos.

Este tipo de fundo é mantido por entidades da sociedade civil ou organizações comunitárias, e destinados ao apoio de projetos associativos e comunitários de produção de bens e serviços. Por meio dos fundos rotativos solidários, investem-se recursos na comunidade, através de empréstimos com prazos e reembolsos mais flexíveis e mais adaptados às condições socioeconômicas das famílias empobrecidas beneficiadas,

favorecendo o acesso mais democrático e solidário ao crédito, e estimulando o desenvolvimento local (BRASIL, 2012).

Na perspectiva de desenvolver um projeto produtivo que contemplasse o desenvolvimento socioeconômico dessa comunidade de forma sustentável, surgiu a partir da iniciativa de alguns grupos familiares associados, que definiram em reunião interna e, encaminharam solicitação ao escritório da EMATERCE de Pentecoste, para aprofundamento sobre a viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

A unidade de piscicultura familiar (Figura 7) encontra-se instalada no açude Francisco Pereira de Miranda, construído sobre os leitos dos rios Canindé e Capitão Mor. É o maior açude da bacia hidrográfica do sistema Curu, com capacidade de acumulação de 395.638.000 m<sup>3</sup> e tem como finalidades: o abastecimento de água, a irrigação das terras a jusante, a geração de energia elétrica, a piscicultura e o aproveitamento das culturas à montante (OLIVEIRA, 2009).

**Figura 7** – Vista parcial do empreendimento da comunidade instalado no açude Pereira de Miranda.



Fonte: Autor (2011)

O projeto consiste na criação de tilápia *O. niloticus*, em tanques-rede distribuídos de forma organizada e planejada no açude Pereira de Miranda de domínio público Federal, e beneficia diretamente os associados integrantes da Associação dos Moradores de Malhada localizada no distrito sede, município de Pentecoste.

Estruturalmente os tanques-rede estão instalados no corpo d'água do açude Pereira de Miranda, dispostos em conjuntos, de forma linear, obedecendo a um espaçamento de 2,0 metros entre os mesmos dentro da área onde a atividade é desenvolvida.

Os peixes são alimentados com ração balanceada de forma extrusada, cujo tamanho dos *pellets* e o teor de proteína bruta variam de acordo com a faixa de peso médio dos exemplares estocados, de 1,0 a 6,0 mm e de 36% para 32% de proteína bruta, respectivamente, perfazendo 120 dias do ciclo total.

No tocante aos aspectos ambientais, utiliza-se ração extrusada de qualidade nutricional comprovada e cujos ingredientes detenham nutrientes adequadamente balanceados, notadamente em se tratando do fósforo e nitrogênio, que são os elementos que podem contribuir para o processo de eutrofização dos ambientes aquáticos, de maneira a assegurar que ao longo do tempo não se torne uma atividade poluidora e não ocorra uma degradação acelerada da qualidade da água, garantindo assim, que se alcancem os objetivos pretendidos na busca da sustentabilidade ambiental.

A produção piscícola estimada para esse empreendimento, durante o primeiro ano, era de 4.212 kg/mês, ou seja, 33.696 kg/ano, o que geraria a preços atuais de mercado, uma receita bruta anual da ordem de R\$ 151.632,00, que depois de deduzidas as despesas operacionais deverão proporcionar uma renda líquida mensal de R\$ 3.895,00 às famílias envolvidas nesta atividade, situação que iria contribuir para uma melhoria acentuada da qualidade de vida dessas famílias. Na Tabela 3 encontram-se algumas informações sobre a caracterização da produção estimada.

**Tabela 3** – Informações básicas sobre a caracterização da produção.

DADOS	DESCRIÇÃO
Número de estruturas	25 tanques-rede
Meta a ser atingida	60 tanques-rede
Densidade de peixes/estrutura	500
Capacidade de produção estimada	1 ton/mês
Peso comercial em média	800 g
Custo de produção	R\$ 3,00/kg produzida
Obtenção em real	R\$ 4,50/kg produzida

A autogestão do projeto é feita de forma integrada a outros arranjos produtivos existentes na comunidade, facilitando assim a distribuição de produção, comercialização, aquisição de insumos e materiais de forma coletiva, que reduzem sobremaneira os custos de produção e fortalecem o processo produtivo coletivo dos grupos envolvidos. A

operacionalização do projeto é feita em caráter permanente pelos piscicultores que se encarregam dos serviços operacionais de rotina entre os quais estocagem, arraçamento, repicagem, biometrias, despesca e transporte interno, limpeza e manutenção dos tanques-rede (FIGURA 8). No que alude à questão de segurança, vale ressaltar que o projeto já sofreu com furto pelo menos uma vez apesar de existirem pessoas responsáveis pela segurança do cultivo.

**Figura 8** – Piscicultores durante o manejo.



Fonte: Associação dos Moradores de Malhada (2011).

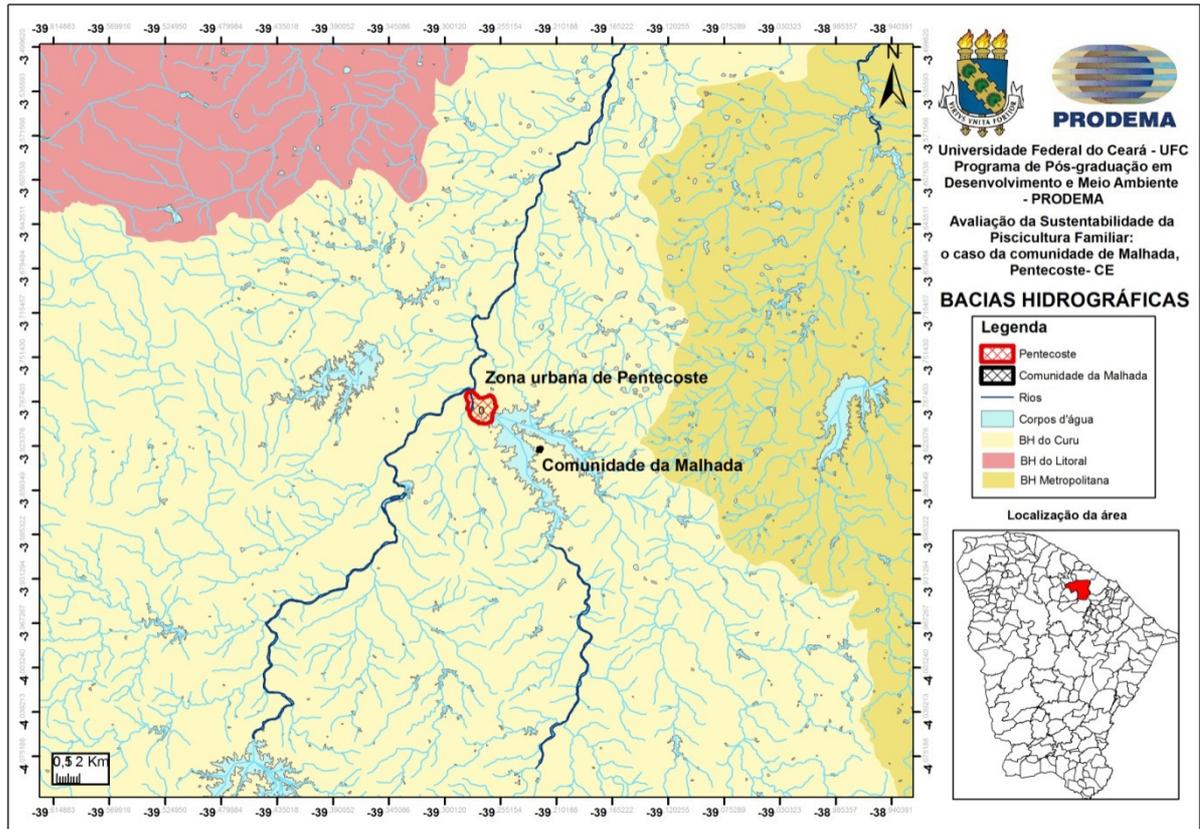
Segundo o líder comunitário, está se esperando uma breve mudança na qualificação do grupo familiar não envolvido, fazendo com que estes se incorporem a piscicultura em tanques-rede, dando início a um amplo processo de consolidação e expansão da atividade na comunidade.

### **4.3 A Bacia hidrográfica do Curu**

A bacia do Curu localiza-se no centro-norte do Estado. Limita-se, a leste, com as bacias Metropolitanas, a oeste com as bacias do Acaraú e do Litoral e ao sul com a sub-bacia do rio Banabuiú, integrante do Sistema do Jaguaribe (FIGURA 9). Seu principal afluente é o rio Canindé, que se encontra na margem direita, e drena praticamente todo o quadrante sudeste da bacia. O rio Curu possui uma extensão de 195 km corre preferencialmente no

sentido sudoeste nordeste. Drena uma área de 8.750,75 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 6% do território cearense (CEARÁ, 1992).

**Figura 9** – Bacia hidrográfica do Curu, situada entre as bacias hidrográficas do litoral e metropolitana.



Fonte: Autor (2012).

A bacia hidrográfica possui o rio Curu como coletor principal, que nasce na região montanhosa formada pelas Serras do Céu, da Imburana e do Lucas. Drena os municípios de Apuiarés, Caridade, General Sampaio, Itapajé, Itaitira, Paramoti, São Luís do Curu, Tejuçuoca e, parcialmente Aratuba, Canindé, Guaramiranga, Irauçuba, Maranguape, Mulungu, Palmácia, Pacoti, Paracuru, Paraipaba, Pentecoste, São Gonçalo do Amarante, Tururu e Umirim (CEARÁ, 2009).

Os principais centros de dispersão de drenagem da área são formados pelas Serras da Uruburetama, a noroeste, e do Machado, ao sul. Os terrenos da bacia hidrográfica são predominantemente cristalinos. Apenas no baixo vale há ocorrência dos sedimentos da Formação Barreiras e dos Depósitos Quaternários das aluviões e dos sedimentos de praias. Aos terrenos cristalinos se associam as Depressões Sertanejas Semiáridas com os solos rasos,

eventuais afloramentos rochosos e com cobertura vegetal extensiva de caatingas (CEARÁ, 2009).

#### **4.3.1 Os Condicionantes Geoambientais da área de estudo**

A avaliação geoambiental de uma área tem como subsídios essenciais os levantamentos multidisciplinares que envolvem os aspectos relacionados à: geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação. Segundo Brandão (1995) esses temas, quando tratados sob o ponto de vista dos seus inter-relacionamentos, permitem uma visão integrada da área e constituem fontes de informações fundamentais para o planejamento territorial rumo ao desenvolvimento de uma determinada região.

##### *4.3.1.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos*

De acordo com o mapa geológico do Brasil (1983), a área de estudo está localizada no Complexo Geológico Nordeste, formado litologicamente por Períodos Pré-Cambriano e Quaternário. O Pré-Cambriano domina quase toda área, sendo constituído por diversos tipos de gnaisses, migmatitos homogêneos e heterogêneos, metarcóseos e mármore. O Quaternário é representado por argilas, areias argilosas e cascalho. Ainda compõem-se de rochas de embasamento cristalino e aluviões (CPRM, 2003; MORAES, 2005).

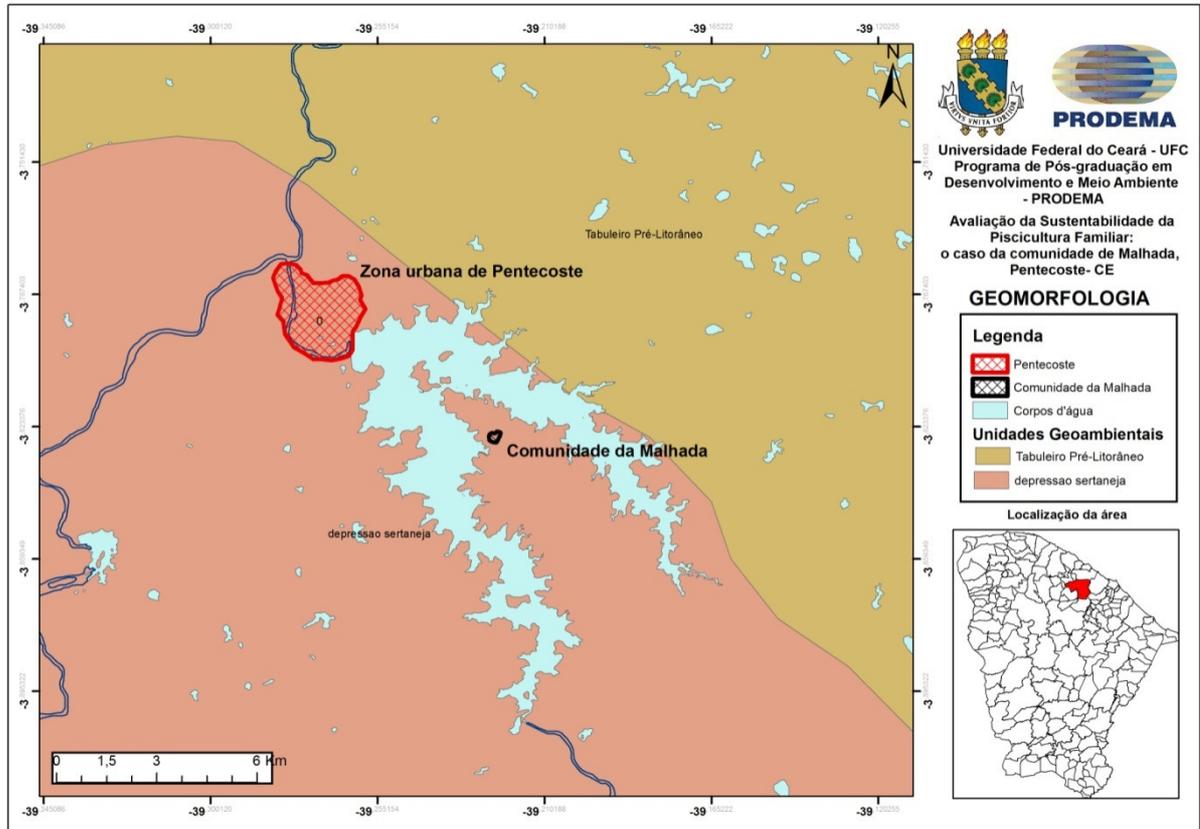
A área da bacia hidrográfica do açude abrange rochas das mais variadas, indo desde as cristalinas de idade proterozóica (94,52%) representado por gnaisses e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica até as sedimentares: 5,48% (CEARÁ, 2009).

A área ainda se caracteriza geologicamente por apresentar: sedimentos arenoargilosos, não ou pouco litificados da Formação Barreiras e das Coberturas Colúvio-Eluviais, sedimentos eólicos constituídos de areias bem selecionadas de granulação fina a média, às vezes siltosas do Dunas/Paleodunas e cascalhos, areias, silte e argilas, com ou sem matéria orgânica, formados em ambientes fluviais, lacustres e estuarinos recentes dos Depósitos Aluvionares e de Mangues (CEARÁ, 2009.).

Geomorfologicamente, a área da bacia hidrográfica do açude Pereira de Miranda, conforme Soares (2004 *apud* OLIVEIRA, 2009), é constituída por uma extensa superfície aplainada, com densidade de drenagem fraca nas áreas rebaixadas do Tabuleiro Costeiro Pré-

Litorâneo e fortemente adensada nas áreas de relevo dissecado, denominadas de Superfície Sertaneja e maciços residuais de planalto (FIGURA 10).

**Figura 10** – Mapa geomorfológico da área de estudo.



Fonte: Autor (2012)

Pontualmente, o município de Pentecoste se encontra na Depressão Sertaneja, região mais deprimida, sendo circundado pelas serras de Uruburetama, na porção noroeste, do Machado, na porção sul, e de Baturité, na porção sudeste. Esta configuração favorece o direcionamento do escoamento superficial e o acúmulo de água nas rochas impermeáveis do cristalino, formando, por fim, a bacia hidrográfica do açude (CEARÁ, 2009; OLIVEIRA, 2009).

Em meio à Depressão Sertaneja estão inseridas as Planícies Fluviais, que são as formas locais mais características de acumulação e embora possuam pouca representatividade espacial em relação às demais unidades, apresentam grande significado socioeconômico para o meio semiárido, como é o caso do município de Pentecoste, que aparece como área de diferenciação regional, por apresentar melhores condições de solos favoráveis à agricultura e

disponibilidade hídrica, representada pelo açude Pereira de Miranda, construído no barramento do rio.

#### 4.3.1.2 Aspectos Climáticos e Hidrológicos

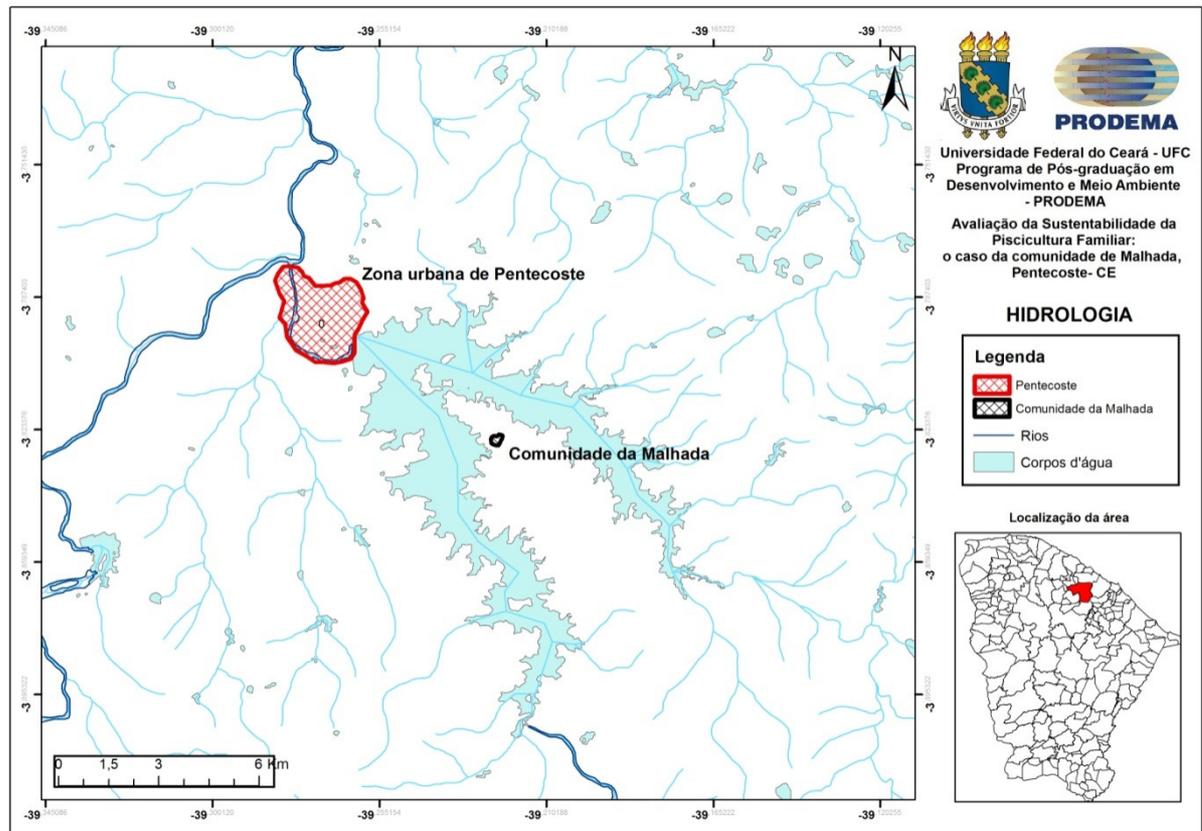
A bacia do rio Curu está inserida na Zona Tropical, caracterizada pelas temperaturas elevadas e forte insolação anual. Essas condições climáticas são mais acentuadas durante maior parte do ano, quando o Estado está sob a ação do Anticiclone do Atlântico Sul, que estabiliza o tempo e se sobrepõe a interferência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pela quadra chuvosa entre fevereiro e maio (OLIVEIRA, 2009).

O clima predominante na área de estudo se caracteriza como tropical quente semiárido brando, apresentando distribuição de chuvas irregulares com maior intensidade entre os meses de janeiro e abril com uma pluviometria de 817,7 mm anual. A temperatura média situa-se na faixa de 26 a 28 °C (IPECE, 2011).

De acordo com Oliveira (*op cit.*) durante o período de instabilidade se expressam as características típicas de regiões semiáridas: índices de nebulosidade baixos, forte insolação, elevadas temperaturas e taxas de evaporação e ausência de chuvas, marcadas anualmente pela irregularidade no tempo e espaço; o que caracteriza fortes interrupções nos cursos hídricos e instável balanço hídrico.

No que diz respeito aos aspectos hidrológicos (FIGURA 11), a bacia do rio curu caracteriza-se pelo alto nível de açudagem destacando-se os açudes General Sampaio e Pentecoste (Pereira de Miranda), responsáveis por quase 70% do volume de acumulação desta bacia. A quase totalidade da área da bacia, especialmente seu alto e médio curso, apresenta altitude abaixo dos 200 m e relevo plano, predominando nesta área a Caatinga (COGERH, 2009; CEARÁ, 2009).

**Figura 11** – Mapa hidrológico da área de estudo.



Fonte: Autor (2012)

A bacia do rio Curu é a quarta em termos de volume acumulado nos reservatórios do Estado, dentre os quais o Açude Pentecoste (Pereira de Miranda), com capacidade de acumular quase quatro milhões de metros cúbicos de água, é considerado um dos mais importantes (CEARÁ, 2009). Na Tabela 4 é possível observar a capacidade de acumulação dos principais reservatórios localizados nesta bacia.

**Tabela 4** – Principais reservatórios da bacia do Curu e capacidade de acumulação.

Nome do açude	Município	Capacidade de Acumulação (m <sup>3</sup> )
Caracas	Canindé	9.630.000
Caxitoré	Umirim	202.000.000
Desterro	Caridade	5.010.000
Frios	Umirim	33.020.000
General Sampaio	General Sampaio	322.200.000
Jerimum	Jerimum	20.500.000
<b>Pentecoste</b>	<b>Pentecoste</b>	<b>395.638.000</b>
Salão	Canindé	6.040.000
São Domingos	Caridade	3.035.000
São Mateus	Canindé	10.330.000
Souza	Canindé	30.840.000
Tejuçuoca	Tejuçuoca	28.110.000
Trapiá I	Caridade	2.010.000
<b>TOTAL</b>	<b>13 açudes</b>	<b>1.068.355.000</b>

Fonte: COGERH, 2009.

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 Origem dos dados**

Os dados usados nesta pesquisa são de caráter primário e secundário. Os dados primários foram obtidos por meio de entrevistas às famílias da comunidade, além de entrevista realizada com o Presidente da Associação e líder comunitário, a fim de obter dados desta organização como histórico, questões financeiras e aspectos relacionados à produção. Os dados primários também foram originários de visitas de campo utilizando-se da técnica de observação participante explicada nas páginas que se seguem.

Ainda referente aos dados de origem primária, foram coletadas as amostras de água para análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do corpo hídrico nas proximidades de locais onde a comunidade pratica a atividade de piscicultura, que também serviram para complementar as informações primárias que subsidiaram esta pesquisa. Os dados secundários referem-se às informações obtidas em órgãos públicos, como: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégias Econômicas do Ceará (IPECE), Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMACE).

#### **5.1.1 Formas de coleta dos dados**

A escolha dos instrumentos de coleta de dados está diretamente relacionada com os objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do seu universo a ser investigado. Nas seções que se seguem são descritas as principais técnicas qualitativas e quantitativas utilizadas na realização da pesquisa.

##### **5.1.1.1 Entrevista**

A entrevista enquanto técnica de pesquisa é um procedimento bastante usual no trabalho de campo; por meio dela, o pesquisador busca obter informes contidos na fala dos atores sociais. A entrevista semiestruturada é um instrumento que possibilita a coleta de informações objetivas e, mais do que isto, permite captar a subjetividade embutida, em valores, atitudes e opiniões. Esta ferramenta permite à pessoa entrevistada se expressar

livremente sem as limitações criadas por um questionário e pode ser realizada com pessoas-chave ou com grupos (MINAYO, 1994; BRASIL, 2006).

Nesta pesquisa, os questionários (APÊNDICE A) foram compostos de perguntas semiestruturadas para captar informações qualitativas e quantitativas, com a finalidade de compreender as dimensões que envolvem o projeto de piscicultura familiar, assim como as condições socioeconômicas da comunidade na área de estudo.

Assim, as entrevistas foram realizadas com dois grupos distintos. O grupo de pessoas envolvidas com o projeto constituído por 9 famílias, sendo possível entrevistar oito dos nove envolvidos, e o grupo composto por moradores da comunidade que não participam do projeto, formado por 52 famílias. Com relação às famílias não inseridas, as entrevistas foram realizadas aleatoriamente com 32 pessoas deste grupo.

### **5.1.1.2 Observação participante**

Este tipo de técnica pode ser interpretado como “andar com os olhos abertos” e aproveitar as possibilidades de compartilhar alguns momentos do cotidiano com os comunitários, pois, envolve a participação do pesquisador nas atividades desenvolvidas no campo (BRASIL, 2006).

Com o objetivo de compreender a realidade da comunidade e estimular a participação das pessoas em compartilharem sua percepção e experiências cotidianas a partir de seu próprio ponto de vista, adotou-se a técnica de observação participante onde foi realizada uma oficina durante a pesquisa de campo (FIGURA 12) que contou com o envolvimento dos moradores, por meio de atividades desencadeadas conjuntamente.

Esta técnica teve também como finalidade contribuir para a elaboração do mapa base da comunidade, buscar ideias para a melhoria da qualidade de vida dos piscicultores familiares e da comunidade em geral, na perspectiva de valorizar, respeitar e compartilhar o modo de vida, o patrimônio natural e cultural, mantendo suas atividades econômicas típicas e possibilitando o aproveitamento das potencialidades locais na busca de sustentabilidade, com foco na produção associada à preservação ambiental.

**Figura 12** – Oficina com o envolvimento dos moradores da comunidade.



Fonte: Autor (2012)

## 5.2 Métodos de análise

### 5.2.1 Análises exploratória e descritiva

De acordo com Gil (1999) na literatura é comum encontrar a classificação da pesquisa em três tipos: *exploratória, descritiva ou explicativa*; embora na prática, qualquer estudo possa incluir elementos de mais de uma destas três classes de investigação. Assim, neste estudo de caso foram adotadas as duas primeiras classes de pesquisa: análise exploratória e descritiva.

Adotou-se a análise exploratória por esta servir para preparar o caminho de qualquer investigação que se pretenda realizar no campo e por ordinariamente anteceder as outras. Este tipo de pesquisa é efetuado quando o objetivo é examinar um tema pouco explorado (GIL, *op cit.*). Minayo (2004) afirma que a fase exploratória é, sem dúvida, um dos momentos mais importantes, podendo até ser considerada uma pesquisa exploratória.

Conforme reflete Dankhe (1986),

Os estudos exploratórios servem para aumentar o grau de familiaridade com fenômenos pouco conhecidos, obter informações sobre a possibilidade de levar a cabo uma pesquisa mais completa sobre um contexto particular da vida real, investigar problemas do comportamento humano e estabelecer propriedades para posteriores pesquisas ou sugerir afirmações verificáveis.

Segundo Bellen (2005), a pesquisa bibliográfica deve ser o ponto de partida para a análise da sustentabilidade, pois assume uma característica exploratória e auxilia na percepção da relação sociedade-natureza que ocorre no objeto de estudo e dos vários fatores que interferem nessa relação. De um modo geral, uma vez que este trabalho visa proporcionar uma maior familiaridade com a temática de modo a torná-lo mais explícito e aprofundado, foi realizada uma extensa revisão bibliográfica em material teórico colhido em diversas fontes, tais como livros, periódicos, dissertações, teses entre outros.

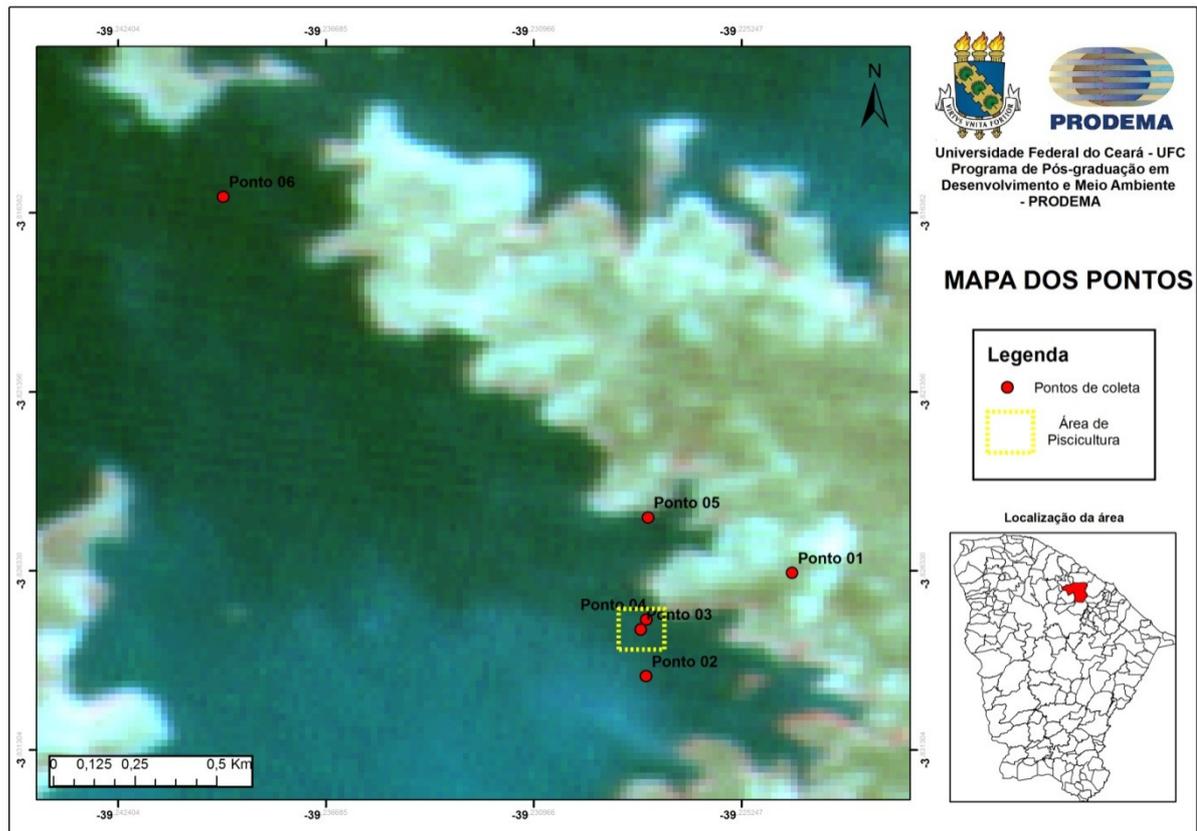
Já a análise descritiva consiste em especificar as propriedades importantes de pessoas, grupos, comunidades ou qualquer outro fenômeno que seja submetido às análises, conforme Dankhe (1986),

Este tipo de análise permite medir e avaliar diversos aspectos, dimensões ou componentes do fenômeno ou fenômenos a serem investigados. Do ponto de vista científico, descrever é medir, isto é, em um estudo descritivo se seleciona uma série de questões e se mede cada uma delas independentemente, para assim, descrever o que se investiga.

### **5.2.2 Coleta e análise da água**

Os dados referentes à determinação dos índices de qualidade da água e do estado trófico foram coletados para análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do corpo hídrico nas áreas de influência de instalação dos tanques-rede de piscicultura familiar e no ponto de encontro das águas dos dois rios representando a água sem interferência da piscicultura no açude. Foram realizadas duas coletas de água assim distribuídas: uma coleta no período de estiagem (mês de dezembro/2011) e outra no período chuvoso (mês de abril/2012), com um total de seis pontos de amostragens (FIGURA 13).

**Figura 13** – Mapa de visualização dos pontos de coleta.



Fonte: Autor (2012)

As análises físico-químicas e bacteriológicas da água foram realizadas no Laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os procedimentos dos métodos empregados nas análises estão descritos no American Public Health Association do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), referência internacional em análises de águas e Grasshoff *et al.*, (1983). A localização geográfica dos pontos de coleta pode ser observada na Tabela 5, a seguir:

**Tabela 5** – Localização geográfica dos pontos de coleta das amostras de água.

Pontos	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
P-1	-3,826786°	-39,224168°
P-2	-3,828350°	-39,228339°
P-3	-3,825247°	-39,228140°
P-4	-3,829652°	-39,228195°
P-5	- 3,828078°	-39,228166°
P-6	-3,816341°	-39,239837°

As amostras de água foram coletadas submergindo diretamente os frascos no manancial, os quais foram armazenados na caixa térmica mantidos sob refrigeração e levados para a Laboratório. Os parâmetros analisados estão listados de acordo com as suas propriedades:

- Parâmetros Físicos: temperatura, turbidez e sólidos totais;
- Parâmetros Químicos: Potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT); e
- Parâmetros biológicos: coliformes termotolerantes e clorofila *a*.

O Quadro 3 apresenta resumidamente a metodologia empregada na determinação de cada parâmetro investigado.

**Quadro 3** – Parâmetros analisados e os respectivos métodos empregados nas análises.

Parâmetros	Métodos
Potencial hidrogeniônico (pH)	Peagâmetro
Oxigênio Dissolvido (OD)	Método iodométrico de Winkler modificado pela azida
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Incubação (20°C, 5dias), com leituras de oxigênio dissolvido obtido pelo método iodométrico
Fósforo Total (PT)	Oxidação alcalina com persulfato de sódio seguido do método de ácido ascórbico
Nitrogênio Total (NT)	Oxidação alcalina com persulfato de sódio seguida de método da coluna redutora de cádmio
Turbidez	Turbidimétrico com turbidímetro Thermo Orion modelo AD 2010
Sólidos Totais	Gravimétrico a 100 °C
Clorofila “a”	Filtragem e espectrofotometria
Coliformes Termotolerantes	Tubos múltiplos
Temperatura	Sonda multiparâmetros

### 5.2.2.1 Determinação do IQA e IET

Os dados coletados foram tratados em planilhas eletrônicas de cálculo para geração dos gráficos correspondentes a cada parâmetro analisado. No caso do IQA, para cada variável da água analisada foi atribuído um peso ( $w_i$ ), onde a soma dos pesos dos nove parâmetros é igual a um (1), conforme a Tabela 6. Estes pesos foram determinados pelos especialistas de National Sanitation Foundation (NSF) que desenvolveram este índice, e retratam a importância relativa de cada parâmetro (CETESB, 2007; ANA, 2009).

Com a obtenção dos resultados das análises no laboratório, foi possível calcular as notas ( $q_i$ ) individuais de cada parâmetro para os seis pontos de coleta amostrados. Após a atribuição da nota  $q_i$  individual para cada variável, esta é elevada ao respectivo peso  $w_i$  (TABELA 6) compondo os valores de  $q_i^{w_i}$ .

**Tabela 6** – Valores de pesos  $w_i$  de cada parâmetro do IQA.

Parâmetros	Unidade	$w_i$
Oxigênio dissolvido	mg L <sup>-1</sup>	0,17
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,15
pH	–	0,12
DBO <sub>5,20</sub>	mg L <sup>-1</sup>	0,10
Nitrogênio total	mg L <sup>-1</sup>	0,10
Fósforo total	µg L <sup>-1</sup>	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos dissolvidos totais	mg L <sup>-1</sup>	0,08

Fonte: CETESB (2007)

Assim, o IQA final foi calculado pelo produto ponderado dos nove valores correspondentes aos parâmetros conforme a expressão:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade da Água, um número entre 0 e 100;

$q_i$ : qualidade individual (sub-índice) do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido em função de sua concentração ou medida;

$w_i$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação geral de qualidade, e

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA final foram divididos por cem e assumem valores entre 0 a 1, permitindo padronizar os resultados no cálculo de índice de sustentabilidade do projeto. Cabe ressaltar que esta operação não altera os resultados, mas permite melhor visualização dos índices obtidos no processo de avaliação da sustentabilidade como todo. Deste modo, foi necessário calcular a média do IQA para os dois períodos em que foi realizada a investigação de qualidade da água. Foi adotada a média de um único índice de qualidade da água, uma vez que ambos os cálculos das médias para os dois períodos eram praticamente iguais.

No cálculo do IET foram usadas duas variáveis: clorofila *a* e fósforo total. O índice de estado trófico para fósforo total –  $IET_{PT_{tot}}$  e o índice de estado trófico para a clorofila *a* –  $IET_{CL_a}$ , foram calculados segundo as equações para reservatórios modificadas por Lamparelli (2004), apresentadas a seguir:

$$IET(PT_{tot}) = 10 \times [6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT) / \ln 2)] \quad (2)$$

$$IET(CL_a) = 10 \times [6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) / \ln 2)] \quad (3)$$

Em que:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $mg/L^{-1}$ ;

Cl: concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em  $mg/L$ ;

ln: logaritmo natural.

Uma vez disponíveis os dados de ambas variáveis (fósforo total e clorofila *a*), de todos os pontos amostrados, o índice de estado trófico médio ( $IET_M$ ) foi calculado a partir da média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila *a*, conforme a expressão:

$$IET_M = [IET(PT_{tot}) + IET(CL_a)] / 2 \quad (4)$$

### 5.3 Seleção de indicadores para a avaliação de sustentabilidade

A estratégia metodológica para a escolha ou definição dos indicadores e escalas para avaliação da sustentabilidade, envolve um processo que requer uma série de ações ou etapas que viabilizem o processo de pesquisa adequando as características da área de estudo.

Conforme reflete Manzoni (2006), essa metodologia parte da definição de indicadores, permite avaliar a sustentabilidade do modelo de produção, hierarquizar os problemas

definindo prioridades e contextualizá-los em nível local. O levantamento dos indicadores deve partir da interpretação e integração dos dados de campo e informações bibliográficas.

O propósito fundamental da seleção dos indicadores é permitir que o pesquisador obtenha informação rápida, confiável e adequada sobre o estado do meio ambiente local e as características dos aspectos socioeconômicos (PNUMA, 2004). Para Manzoni (2005), os indicadores quali-quantitativos multidimensionais devem ser escolhidos a partir do princípio de fácil aplicação, possibilitando objetividade, clareza na avaliação dos dados, capacidade de acompanhamento temporal para um futuro monitoramento do sistema.

A definição dos indicadores deve partir de uma análise sistêmica procurando o entendimento das interações, nesse caso, nos diferentes sistemas de produção, considerando não somente a dimensão ecológica, ou seja, a diversidade de níveis de pressão antrópica sobre o meio ambiente, mas também outras dimensões da sustentabilidade como a econômica, social, cultural, tecnológica e espacial, conforme recomendado por Sachs (1993).

Com base nas amplas revisões bibliográficas apoiadas nos estudos de Arana (1999), Nascimento (2007), Rabelo (2008), Silva (2011), IBGE (2010), algumas instituições governamentais, visitas de campo e oficina com moradores da comunidade por meio da pesquisa participativa, foi possível selecionar e/ou adaptar alguns indicadores que constituem a base desta pesquisa.

Cabe aqui destacar que as pesquisas bibliográficas foram imprescindíveis na escolha dos indicadores assim como os escores que deram origem aos índices conforme dimensão ao qual pertencem e conseqüentemente ao índice e grau de sustentabilidade. Esta etapa se constituiu de importante elemento de análise quando se observa qualquer ferramenta de avaliação.

No Quadro 4 consta a seqüência metodológica adotada para avaliação da sustentabilidade do projeto de piscicultura. A utilidade do modelo sequencial não se restringe apenas ao processo de escolha de indicadores, mas também à sua capacidade de realçar indicadores que, mesmo não refletindo as prioridades atuais, possam ter grande importância no futuro.

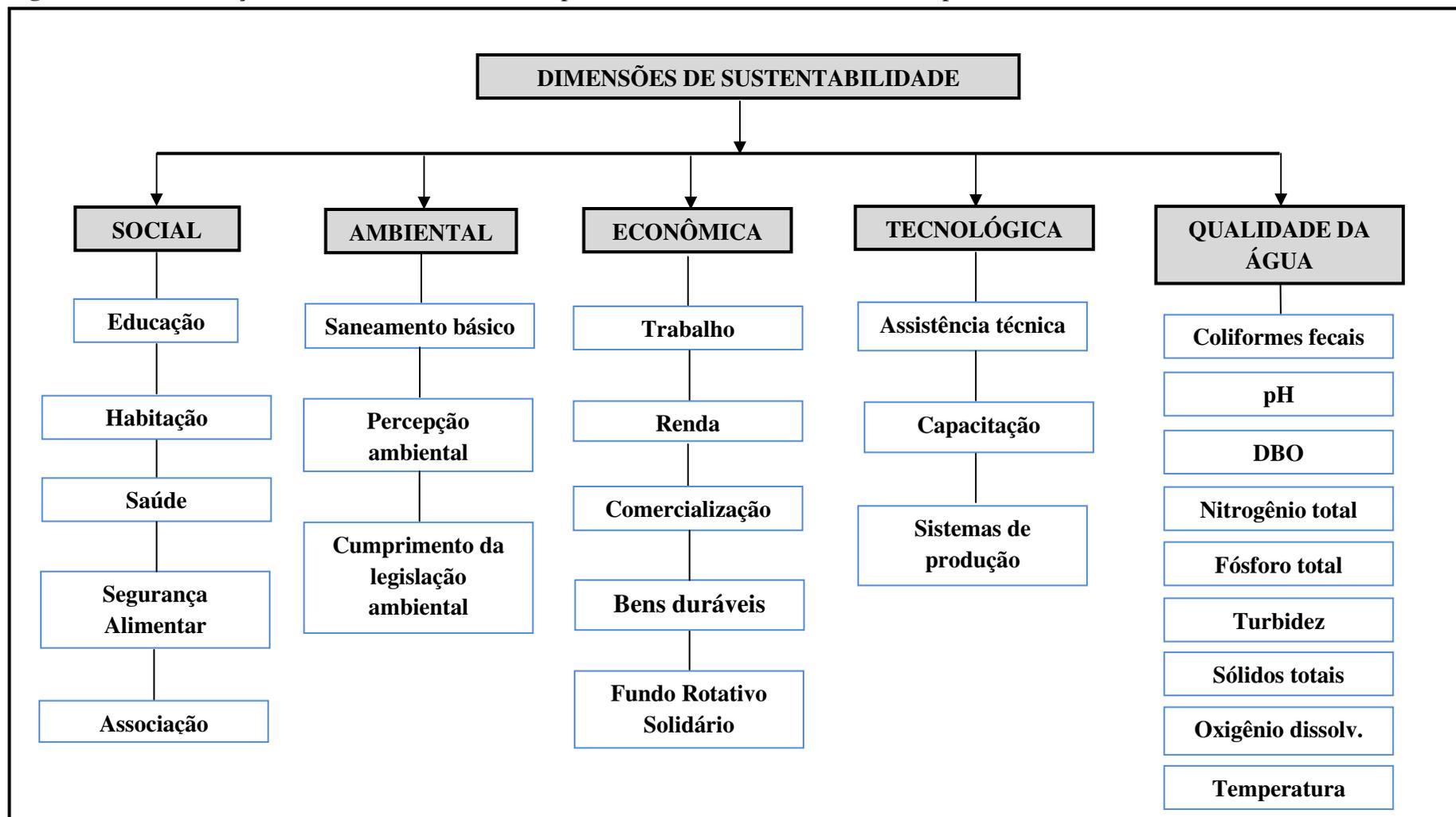
**Quadro 4** – Sequência metodológica proposta para sistematizar a avaliação de sustentabilidade do projeto de piscicultura.

<b>1ª fase:</b>	Definição e caracterização do objeto de estudo;
<b>2ª fase:</b>	Identificação dos fatores específicos necessários à promoção do desenvolvimento sustentável da atividade ou comunidade em estudo a partir de conversas com atores sociais envolvidos e ampla revisão bibliográfica. Esta fase tem por objetivo evitar a seleção de variáveis de baixa relevância e a omissão de indicadores importantes, que pode levar a subestimação dos resultados;
<b>3ª fase:</b>	Definição dos indicadores de sustentabilidade para o estudo a partir dos critérios: possibilidade de obtenção da confiabilidade dos dados, possibilidade de quantificação, baixa complexidade, reconhecimento científico, de tal forma que se aproximem o máximo possível da realidade local. É importante ressaltar que, por envolver uma análise de uma atividade específica ou pequena comunidade, o sistema de indicadores em foco é formado a partir de dados primários, ou seja, obtidos diretamente pelo próprio pesquisador;
<b>4ª fase:</b>	Classificação dos indicadores selecionados segundo os escopos: ambiental, social, econômico e tecnológico;
<b>5ª fase:</b>	Obtenção dos indicadores. Devem-se atribuir escores às respostas da entrevista para tornar possível a mensuração;
<b>6ª fase:</b>	Cálculo do índice de sustentabilidade e conhecimento do seu grau de sustentabilidade para a possibilidade da geração de um cenário que inclua os impactos gerados sobre e para o subsistema meio ambiente humano, isto é, conhecimento dos limites do desenvolvimento sustentável.
<b>7ª fase:</b>	Cálculo do índice de sustentabilidade e conhecimento do seu grau de sustentabilidade para a possibilidade da geração de um cenário que inclua os impactos gerados sobre e para o subsistema meio ambiente humano, isto é, conhecimento dos limites do desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de Rabelo (2008).

Entretanto para avaliar a sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar da comunidade de Malhada, foram definidos os elementos-chave a serem avaliados, ou seja, para cada dimensão, foram definidos os indicadores que são aspectos mensuráveis e representativos de cada elemento (FIGURA 14). Os indicadores foram selecionados levando em consideração a literatura existente, a opinião dos atores envolvidos e dos trabalhos realizados pelos órgãos já consolidados, de modo que representem os aspectos que têm maior relevância na sustentabilidade do projeto.

**Figura 14** – Classificação dos indicadores em suas respectivas dimensões contextualizados para o estudo.



Fonte: autor (2012)

### 5.3.1 Operacionalização dos indicadores

#### 5.3.1.1 Indicadores da dimensão social

Melhorar a qualidade de vida dos setores sociais mais vulneráveis é para os tomadores de decisão um assunto inevitável a nível global. Neste sentido, indicadores de desenvolvimento sustentável para este subsistema foram selecionados com um critério de seleção de acordo com a sua capacidade de auxiliar nas decisões que visam melhorar a qualidade de vida das famílias inseridas no projeto de piscicultura familiar como defende, por exemplo, o capítulo 3 da Agenda 21 (1992), o qual estabelece a necessidade de erradicar a pobreza. Estas questões aparecem organizadas nos temas Saúde, Habitação, Educação, Segurança Alimentar e Associação, buscando refletir uma síntese da situação social atual das famílias e as condições de vida dessa comunidade. No Quadro 5 constam os indicadores selecionados para compor a dimensão social, os escores a eles atribuídos e trabalhos correlatos nos quais também foram adotados. A atribuição dos escores variou entre 0 e 1, sendo o valor 1 a situação desejada para a sustentabilidade e 0 (zero) a ausência desta.

**Quadro 5** – Operacionalização dos indicadores da dimensão social.

INDICADOR	DESCRIÇÃO E ESCORES ATRIBUÍDOS	FONTE	
EDUCAÇÃO	Melhoria no acesso à educação com o projeto	IBGE (2010); RABELO (2007)	
	Não		0
	Sim		1
	Curso de educação ambiental antes da implantação do projeto		
	Não		0
	Sim		1
Curso de educação ambiental depois da implantação do projeto			
Não	0		
Sim	1		
HABITAÇÃO	Reforma na casa antes do projeto	IBGE (2010)	
	Não		0
	Sim		1
	Reforma na casa depois do projeto		
	Não		0
	Sim		1
	Energia elétrica		
	Não		0
	Sim		1

<b>SAÚDE</b>	Acesso a serviços de saúde	IBGE (2010); (RABELO, 2007)	
	Não		0
	Sim		1
	Satisfação com serviços de saúde		
	Não		0
	Sim		1
Incentivo a melhorias por saúde com o projeto			
Não	0		
Sim	1		
<b>SEGURANÇA ALIMENTAR</b>	Parte da produção para a alimentação das famílias	FAO (1992); BRASIL (2008); ONU (2009)	
	Não		0
	Sim		1
	O peixe apresenta qualidade para a vida ativa e saudável		
	Não		0
	Sim		1
<b>ASSOCIAÇÃO</b>	Filiação na associação	NASCIMENTO (2007)	
	Não		0
	Sim		1
	Filiação motivada após o surgimento do projeto		
	Não		0
	Sim		1
	Participação nas reuniões da associação		
	Não		0
	Sim		1
	Traz benefícios para a comunidade		
	Não		0
	Sim		1
	Tomada das decisões a partir da apreciação e aprovação nas reuniões		
	Não		0
Sim	1		
Participação na escolha dos líderes da associação			
Não	0		
Sim	1		
Efetividade na execução das decisões pela diretoria			
Não	0		
Sim	1		
Submissão e aprovação dos investimentos pelos membros nas reuniões			

	Não	0	
	Sim	1	

- Educação

De acordo com o IBGE (2010) o indicador educação é prioridade quando se pretende promover o desenvolvimento sustentável, pois capacita a população para enfrentar questões cotidianas, facilitando, assim, a aquisição de valores, habilidades e conhecimentos relacionados com a temática, além de fornecer alternativas para uma melhor convivência sociedade-natureza por se constituir uma ferramenta estratégica para mudanças de paradigmas. Neste estudo, optou-se por enfatizar a contribuição do projeto para a melhoria do nível educacional e ainda verificar se a comunidade recebe os serviços educacionais de qualidade. Acredita-se que a educação ambiental é essencial para a formação de uma percepção sobre o uso dos recursos naturais no processo de produção.

- Habitação

Dentre os itens essenciais a serem tratados no desenvolvimento sustentável, destaca-se a habitação, necessidade básica do ser humano. A moradia adequada é uma das condições determinantes para a qualidade de vida da população. Conforme o IBGE (2010) um domicílio pode ser considerado satisfatório quando apresenta um padrão mínimo de aceitabilidade dos serviços de infraestrutura básica. A inclusão deste indicador possibilita mensurar a melhoria nas condições de moradia com a implantação do projeto.

- Saúde

O acesso aos serviços de saúde, segundo IBGE (*op cit.*) é condição para a conquista e manutenção da qualidade de vida da população que, por sua vez, é um dos pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável. Este indicador é relevante por expressar a oferta de infraestrutura básica de serviços de saúde e, conseqüentemente, o potencial de acesso aos mesmos por parte da população.

- Segurança Alimentar

Nos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM) da ONU, a segurança alimentar se destaca como um dos itens mais importantes para a erradicação da fome e da pobreza, principalmente quando se trata da população rural (ONU, 2009). No Brasil dois enfoques costumam ser abordados sobre o conceito de Segurança Alimentar: (1) o conceito de uma alimentação suficiente, segura e nutritiva para uma vida ativa e saudável e (2) a garantia do consumo de alimentos seguros para a saúde coletiva, ou seja, livres de contaminantes químicos, biológicos, físicos ou demais substâncias que venham a colocar em risco a saúde do consumidor (BRASIL, 2008). Este indicador visa contribuir com informações sobre inclusão de peixe como alimento seguro e saudável nas dietas alimentares das famílias beneficiadas com o projeto de piscicultura na comunidade.

- Associação

O associativismo é uma forma de organização comunitária que pode indicar caminhos aos produtores. Não se pretende nessa pesquisa analisar como ocorre a prática da gestão dentro da associação, mas utilizá-lo como meio facilitador do acesso às informações sobre dados sociais e melhores condições para produção.

### **5.3.1.2 Indicadores da dimensão ambiental**

A preservação ambiental e dos recursos naturais é de particular relevância devido ao seu potencial para atender a necessidade palpável da geração atual e futura. Geralmente os assentamentos humanos e as suas atividades sempre estão relacionados com os impactos ambientais, o que conseqüentemente pode influir negativamente na qualidade de vida das populações. Tendo em conta as características da comunidade, para este subsistema levou-se em consideração os indicadores como Saneamento básico, Percepção ambiental, e Cumprimento da legislação pelo projeto (QUADRO 6).

**Quadro 6 – Operacionalização dos indicadores da dimensão ambiental.**

INDICADOR	DESCRIÇÃO E ESCORES ATRIBUÍDOS	FONTE																		
<b>SANEAMENTO BÁSICO</b>	Destino de dejetos humanos e esgotos <table border="1" data-bbox="411 347 1125 459"> <tr> <td>a) Jogado a céu aberto ou enterrado</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>b) Levado à fossa</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>c) Rede de esgoto</td> <td>2</td> </tr> </table> Tratamento dado à água do consumo <table border="1" data-bbox="411 526 1125 593"> <tr> <td>a) Sem tratamento</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>b) Com tratamento</td> <td>1</td> </tr> </table> Coleta e o destino do lixo doméstico <table border="1" data-bbox="411 660 1125 728"> <tr> <td>a) Jogado ao solo, queimado ou enterrado</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>b) Recolhido através de coleta domiciliar</td> <td>1</td> </tr> </table>	a) Jogado a céu aberto ou enterrado	0	b) Levado à fossa	1	c) Rede de esgoto	2	a) Sem tratamento	0	b) Com tratamento	1	a) Jogado ao solo, queimado ou enterrado	0	b) Recolhido através de coleta domiciliar	1	NASCIMENTO (2007); IBGE (2010)				
	a) Jogado a céu aberto ou enterrado	0																		
	b) Levado à fossa	1																		
	c) Rede de esgoto	2																		
	a) Sem tratamento	0																		
	b) Com tratamento	1																		
	a) Jogado ao solo, queimado ou enterrado	0																		
	b) Recolhido através de coleta domiciliar	1																		
	<b>PERCEÇÃO AMBIENTAL</b>	Importante preservar o meio ambiente <table border="1" data-bbox="411 801 1125 873"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table> Melhoria da consciência ambiental com o projeto <table border="1" data-bbox="411 940 1125 1012"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table> Grau de preocupação com o meio ambiente <table border="1" data-bbox="411 1079 1125 1191"> <tr> <td>a) Nenhuma preocupação</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>b) Pouco preocupação</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>c) Muito preocupado</td> <td>2</td> </tr> </table> Medidas para conservar as matas ciliares no entorno do açude <table border="1" data-bbox="411 1281 1125 1352"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table>	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	a) Nenhuma preocupação	0	b) Pouco preocupação	1	c) Muito preocupado		2	Não	0	Sim
Não		0																		
Sim		1																		
Não		0																		
Sim		1																		
a) Nenhuma preocupação		0																		
b) Pouco preocupação		1																		
c) Muito preocupado		2																		
Não		0																		
Sim		1																		
<b>CUMPRIMENTO DE LEGISLAÇÃO</b>	Regularização ambiental do projeto <table border="1" data-bbox="411 1422 1125 1494"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table> A regularização ambiental é boa para o meio ambiente <table border="1" data-bbox="411 1561 1125 1632"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table> A regularização ambiental da piscicultura é boa para o produtor <table border="1" data-bbox="411 1733 1125 1805"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table> Uso de espécies permitidas pela lei <table border="1" data-bbox="411 1906 1125 1977"> <tr> <td>Não</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Sim</td> <td>1</td> </tr> </table>	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	ARANA (1999)		
	Não	0																		
	Sim	1																		
	Não	0																		
	Sim	1																		
	Não	0																		
	Sim	1																		
	Não	0																		
	Sim	1																		

- Saneamento básico

O saneamento básico é um conjunto de serviços como: abastecimento de água, coleta e tratamento de lixo e esgoto. Sua ausência pode trazer problemas sérios para o meio ambiente e ecossistemas e conseqüentemente para a saúde da população que habita na comunidade. A contaminação dos mananciais pelos esgotos domésticos é um problema frequente, principalmente quando estes ecossistemas se localizam próximo às comunidades onde não existe o serviço de saneamento básico. Desta forma, a ausência de saneamento básico nas comunidades que vivem no entorno dos reservatórios pode levar à contaminação da água desses mananciais e conseqüentemente influenciar na má qualidade do pescado produzido.

- Percepção ambiental

Percepção ambiental pode ser definida como sendo uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo (FERNANDES *et al.*, [S/d]). Desta forma, o uso deste indicador é de fundamental importância para que se possam compreender melhor as inter-relações entre o homem e meio ambiente para a promoção da mudança de paradigmas.

- Cumprimento da legislação ambiental

Como ferramenta imediata de manutenção do desenvolvimento sustentável é aplicada a legislação ambiental, em especial para a piscicultura que possui a água como seu meio de produção, elemento natural tão necessário para as atividades humanas. O objetivo central deste indicador é buscar entender como a estrutura de fiscalização ambiental encontra-se presente na atividade de piscicultura nesta comunidade.

### **5.3.1.3 Indicadores da dimensão econômica**

Os indicadores incluídos nesta dimensão abrangem os temas Trabalho, Renda, Comercialização, Bens e o Fundo Rotativo Solidário, isto é, foram priorizados aqueles indicadores que contribuem ou refletem a acumulação de capital necessário para alcançar a sustentabilidade em longo prazo (QUADRO 7).

**Quadro 7** – Operacionalização dos indicadores da dimensão econômica.

INDICADOR	DESCRIÇÃO E ESCORES ATRIBUÍDOS	FONTE	
<b>TRABALHO</b>	Satisfação com a atividade	NASCIMENTO (2007); RABELO (2007)	
	Não		0
	Sim		1
	Expectativa de continuidade na atividade		
	Não		0
	Sim		1
	Expectativa de inserção dos filhos na atividade		
	Não		0
	Sim		1
<b>RENDA</b>	Piscicultura como única fonte de renda familiar	NASCIMENTO (2007); RABELO (2007)	
	Não		0
	Sim		1
	Melhorias da renda com o projeto		
	a) Diminuiu		0
	b) Permaneceu igual		1
	c) Aumentou		2
	Renda atual traz melhorias na qualidade de vida da família		
	Não		0
Sim	1		
<b>COMERCIALIZAÇÃO</b>	Infraestrutura e acesso ao mercado	SILVA (2011)	
	Não		0
	Sim		1
	Para quem o produto é comercializado		
	a) Consumidor local		0
	b) Atravessador		1
	c) Mercado municipal		2
	d) Empresas, governos municipal, estadual ou federal		3
	<b>BENS DURÁVEIS</b>		Televisão
Não		0	
Sim		1	
Rádio			
Não		0	
Sim		1	
Geladeira			
Não		0	
Sim		1	

	Fogão a gás <table border="1"> <tr><td>Não</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sim</td><td>1</td></tr> </table> Celular <table border="1"> <tr><td>Não</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sim</td><td>1</td></tr> </table>	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1					
Não	0													
Sim	1													
Não	0													
Sim	1													
<b>FUNDO ROTATIVO SOLIDÁRIO</b>	Benéfica para a comunidade <table border="1"> <tr><td>Não</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sim</td><td>1</td></tr> </table> Benefícios pessoais <table border="1"> <tr><td>Não</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sim</td><td>1</td></tr> </table> Quitação das parcelas em dia <table border="1"> <tr><td>Não</td><td>0</td></tr> <tr><td>Sim</td><td>1</td></tr> </table>	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	BRASIL (2012)
Não	0													
Sim	1													
Não	0													
Sim	1													
Não	0													
Sim	1													

- Trabalho

A intenção deste indicador é verificar se o projeto está estimulando o interesse de e pretensão de seguir na atividade e ao mesmo tempo medir seu nível de satisfação com o trabalho.

- Renda

A melhoria de renda das famílias beneficiadas pelo projeto de piscicultura é um dos principais objetivos, já que segundo Nunes e Viana (2006 *apud* RABELO 2007), para que haja um rendimento na produção, o projeto não pode vir a comprometer a renda, mas sim ser a principal fonte.

- Comercialização

Este indicador mede as reais condições de infraestrutura que possam auxiliar os produtores no escoamento do produto final da sua atividade buscando formas de sua inserção nos grandes mercados consumidores.

- Bens duráveis

O indicador busca responder se as famílias entrevistadas têm acesso aos bens de consumo duráveis, o que reflete a sua capacidade de compra.

- Fundo Rotativo Solidário

São fundos mantidos por entidades da sociedade civil ou organizações comunitárias, e destinados ao apoio de projetos associativos e comunitários de produção de bens e serviços. Por meio dos fundos rotativos solidários, investem-se recursos na comunidade, através de empréstimos com prazos e reembolsos mais flexíveis e mais adaptados às condições socioeconômicas das famílias beneficiadas, favorecendo o acesso mais democrático e solidário ao crédito, e estimulando o desenvolvimento local (BRASIL, 2012).

Este fundo foi adotado pela entidade na comunidade e funciona como um “Banco Comunitário” na medida em que fornece alternativas ao crédito à população local associada. O indicador visa captar informações sobre os benefícios à comunidade, aos associados e a fidelidade dos beneficiários em manter esta política como uma das alternativas financeiras para o desenvolvimento das suas atividades econômicas e a organização social.

#### **5.3.1.4 Indicadores da dimensão tecnológica**

Por se tratarem de indicadores construídos para a aquicultura brasileira, esses indicadores foram propostos por Arana (1999) e adotados nesta pesquisa, em que são levados em consideração os indicadores Assistência técnica, Capacitação de mão de obra e Sistemas de produção (QUADRO 8).

**Quadro 8** – Operacionalização dos indicadores da dimensão tecnológica.

INDICADOR	DESCRIÇÃO E ESCORES ATRIBUÍDOS	FONTE	
<b>ASSISTÊNCIA TÉCNICA</b>	Apoio técnico à atividade no início	ARANA (1999); SILVA (2011)	
	Não		0
	Sim		1
	Apoio técnico à atividade atualmente		
	Não		0
	Sim		1
	A tecnologia utilizada é adequada		
	Não		0
	Sim		1
	Suficiência do período estipulado para a produção/ciclo		
	Não		0
	Sim		1
Facilidade de aquisição dos insumos			
Não	0		
Sim	1		
<b>CAPACITAÇÃO</b>	Como aprendeu a técnica	RABELO (2007)	
	a) Sozinho		0
	b) Curso de capacitação		1
	Dificuldade no processo de produção		
	Sim		0
Não	1		
<b>SISTEMA DE PRODUÇÃO</b>	Tipo de sistema empregado na produção	ARANA (1999)	
	a) Sistema intensivo		0
	b) Sistema semi-intensivo		1
	c) Sistema extensivo		2
	Seguro do ponto de vista tecnológico		
Não	0		
Sim	1		

- Assistência técnica

O serviço de assistência técnica e extensão rural constitui um importante instrumento de apoio ao desenvolvimento rural. Este indicador visa observar a existência ou não do apoio técnico por parte das instituições governamentais, estaduais e/ou municipais na busca de soluções de problemas específicos e pontuais como parte de políticas públicas prestadoras de serviços através de extensão rural.

- Capacitação de mão de obra

A capacitação técnica pode ser entendida como o ato de levar ou transmitir conhecimentos de sua fonte geradora ao receptor final, o público rural ainda dentro do processo de extensão rural (PEIXOTO, 2008). Este indicador pretende avaliar o nível da capacidade técnica ou de conhecimento dos produtores sobre as técnicas de cultivo de peixes.

- Sistemas de produção

Os sistemas de cultivo dizem respeito a um conjunto de características ou processos de produção utilizados por empreendimentos aquícolas, sendo divididos nas modalidades intensiva, semi-intensiva e extensiva. As principais diferenças entre os sistemas de cultivo são densidade, produtividade, tipo de alimento, forma de alimentação e manejo (BRASIL, 2011).

Entende-se que o sistema de cultivo ou sistema de produção, é um dos pontos mais importantes para a viabilidade técnica de qualquer projeto de piscicultura, uma vez que a sobrevivência dos organismos cultivados e a qualidade da água dependem diretamente deste. Pretende-se com este indicador avaliar a contribuição do sistema de cultivo empregado na busca da sustentabilidade tecnológica do projeto em estudo.

### **5.3.1.5 Qualidade da Água**

Esta dimensão foi avaliada a partir do índice de qualidade da água cujo método de cálculo foi descrito na seção 1.

Optou-se por criar o índice de qualidade da água separadamente da dimensão ambiental tendo em vista que além desta possuir seu próprio índice, a atividade de piscicultura é desenvolvida no ecossistema aquático, na qual a água é o elemento essencial. Nesta dimensão não foi enquadrado o índice do estado trófico (IET), visto que o índice de qualidade da água (IQA) já engloba todas as variáveis necessárias para a composição do índice com exceção apenas da clorofila *a*.

## 5.4 Procedimentos metodológicos para a determinação do Índice de Sustentabilidade

Na composição dos índices, os indicadores foram pontuados por meio de escores atribuídos às suas categorias em que o menor valor corresponde à pior situação e o maior valor a melhor situação possível de ser alcançada. As cinco dimensões tiveram o mesmo peso na composição do índice final.

A sustentabilidade de uma atividade produtiva pode ser mensurada por meio de índices ou indicadores, pois, trata-se de uma ferramenta que permite um enfoque integrador sobre vários aspectos do sistema por meio dos resultados obtidos a partir do seu cálculo, além de contribuir para a participação da população local no processo de mensuração e uma ampla participação dos atores envolvidos na sua definição (CAMINO; MÜLLER, 1993, MASERA *et al.*, 2000, e MARZALL, 1999 *apud* DEPONTI *et al.*, 2002). Para tal procedimento foi necessária a realização de duas importantes etapas:

- a) Cálculo dos subíndices para cada dimensão ou escopo; e,
- b) Cálculo do índice de sustentabilidade com a integração de todos os aspectos avaliados.

### 5.4.1 Cálculo dos subíndices

Para a obtenção do índice, primeiramente foi necessário calcular a contribuição de cada variável ou indicador que compõe cada subíndice separadamente conforme a dimensão ou escopo (social, ambiental, econômico e tecnológico). Foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences*, SPSS para integração dos dados, cálculos e análise dos índices.

Assim, matematicamente, os subíndices para cada dimensão foram calculados a partir da seguinte expressão genérica:

$$I_y = \frac{1}{S} \sum_{l=1}^s C_l \quad (5)$$

Sendo:

$I_y$  = Subíndice de sustentabilidade referente à dimensão  $y$

$S$  = número de indicadores componentes da dimensão  $y$  de sustentabilidade

$C_l$  = Contribuição do  $l$ -ésimo indicador para o índice de sustentabilidade referente à dimensão  $y$

$l = 1, 2, \dots, S$  ( indicadores que compõem o índice  $y$ ).

A contribuição de cada indicador para a obtenção de cada índice foi obtida da seguinte maneira:

$$C_l = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{E_{ij}}{E \max i} \right) \right] \quad (6)$$

Em que:

$C_l$  = contribuição do indicador “ $l$ ” no  $I_y$  dos piscicultores;

$E_{ij}$  = escore da  $i$ -ésima variável do indicador “ $l$ ” obtida pelo  $j$ -ésimo piscicultor

$E \max i$  = escore máximo da  $i$ -ésima variável do indicador “ $l$ ”;

$i = 1, \dots, n$  (variáveis que compõem o indicador “ $l$ ”);

$j = 1, \dots, m$  (piscicultores).

#### 5.4.2 Determinação do Índice de Sustentabilidade

O cálculo do índice de sustentabilidade foi efetuado por meio da expressão a seguir, possibilitando incorporar todas as dimensões consideradas na avaliação de sustentabilidade do projeto. Assim, matematicamente pode-se definir o IS como:

$$IS = \frac{1}{w} \sum_{y=1}^w I_y \quad (7)$$

Em que:

$IS$  = Índice de Sustentabilidade;

$I_y$  = Índice de sustentabilidade referente à dimensão  $y$

$y = 1, \dots, w$  (dimensões de sustentabilidade: social, ambiental, econômica, tecnológica e qualidade da água).

A principal função do índice de sustentabilidade é permitir o conhecimento do grau de sustentabilidade no qual se encontra o que se avalia e perceber, assim, em que estado se encontram os demais índices que o compõem e em quais indicadores poderão ser tomadas as ações que o façam melhorar o seu grau ou continuar no ritmo de sustentabilidade que se busca (RABELO e LIMA, 2007). O índice de sustentabilidade pode atingir cinco (5) estágios ou graus, apresentado por meio de uma escala de cores de forma didática com o objetivo de facilitar a compreensão dos tomadores de decisão conforme a Figura 15. O índice pode assumir valores de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 o valor de cada índice, melhor é a condição e mais perto de alcançar a sustentabilidade que se pretende atingir.

**Figura 15** – Graus de Sustentabilidade.

Sustentabilidade excelente	$1 \leq IS \leq 0,800$
Sustentabilidade boa	$0,799 \leq IS \leq 0,650$
Sustentabilidade média	$0,649 \leq IS \leq 0,500$
Sustentabilidade ruim ou fraca	$0,499 \leq IS \leq 0,300$
Sustentabilidade crítica	$0,299 \leq IS \leq 0,000$

Fonte: Adaptado de PNUD/ONU (1998 *apud* RABELO, 2008).

## 5.5 Procedimentos de estatística inferencial adotados no estudo

Com o objetivo de identificar as diferenças entre as famílias inseridas e não inseridas no projeto, quanto a aspectos, econômicos, sociais e ambientais o estudo demandou a adoção de procedimento de estatística inferencial, especificamente o teste *t* de Student para comparação de duas médias, dados não pareados.

O teste consistiu em verificar as hipóteses:

$$H_0: \mu_I = \mu_{NI}$$

$$H_1: \mu_I \neq \mu_{NI}$$

O nível de significância adotado foi de 5% e o *software* estatístico utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS. Para maiores detalhes sobre o teste ver Levin (1987).

Sendo:

$\mu_I$  = média populacional do indicador no grupo dos inseridos no projeto.

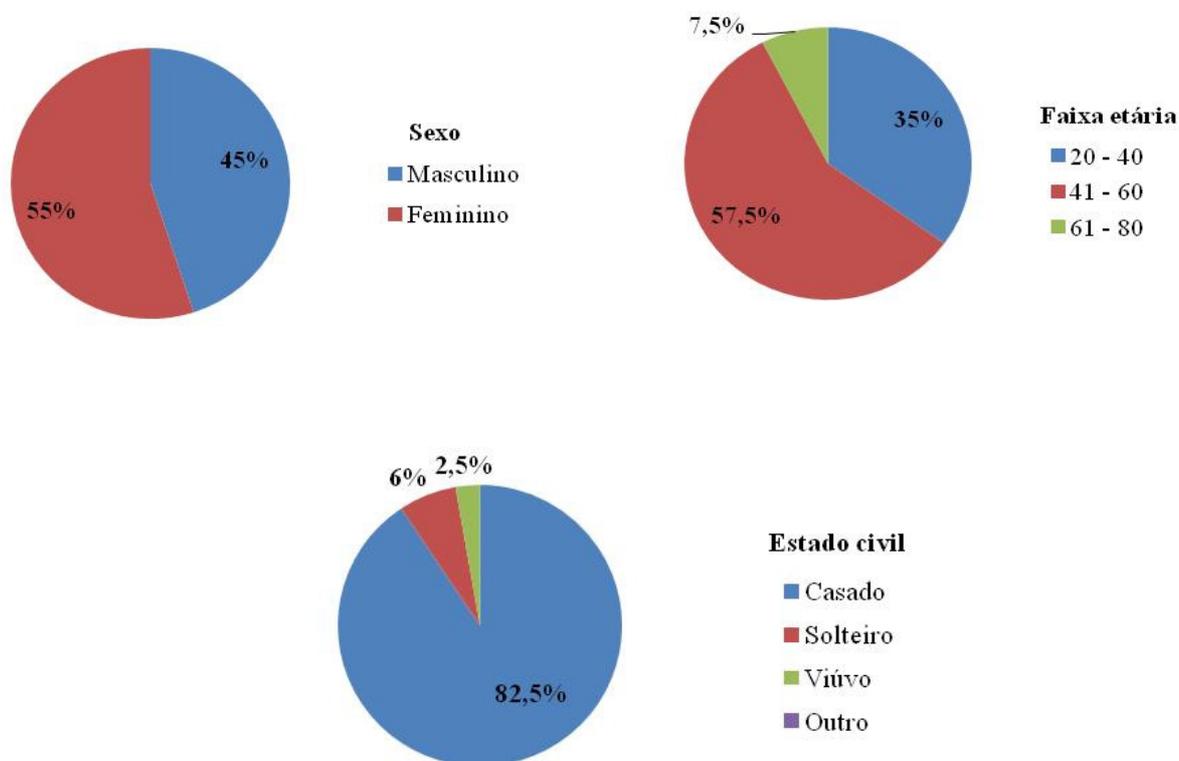
$\mu_{NI}$  = média populacional do indicador no grupo dos não inseridos no projeto.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Perfil Socioeconômico da Comunidade de Malhada

O presente item tem por finalidade descrever as características socioeconômicas identificadas na comunidade onde o estudo foi realizado. A entrevista semiestruturada realizada às famílias durante a pesquisa de campo possibilitou o levantamento dos indicadores relevantes, conforme ilustrado no Gráfico 1, abaixo:

**Gráfico 1** – Distribuição de frequência dos entrevistados relativa ao sexo, faixa etária e estado civil.



Fonte: Dados da pesquisa

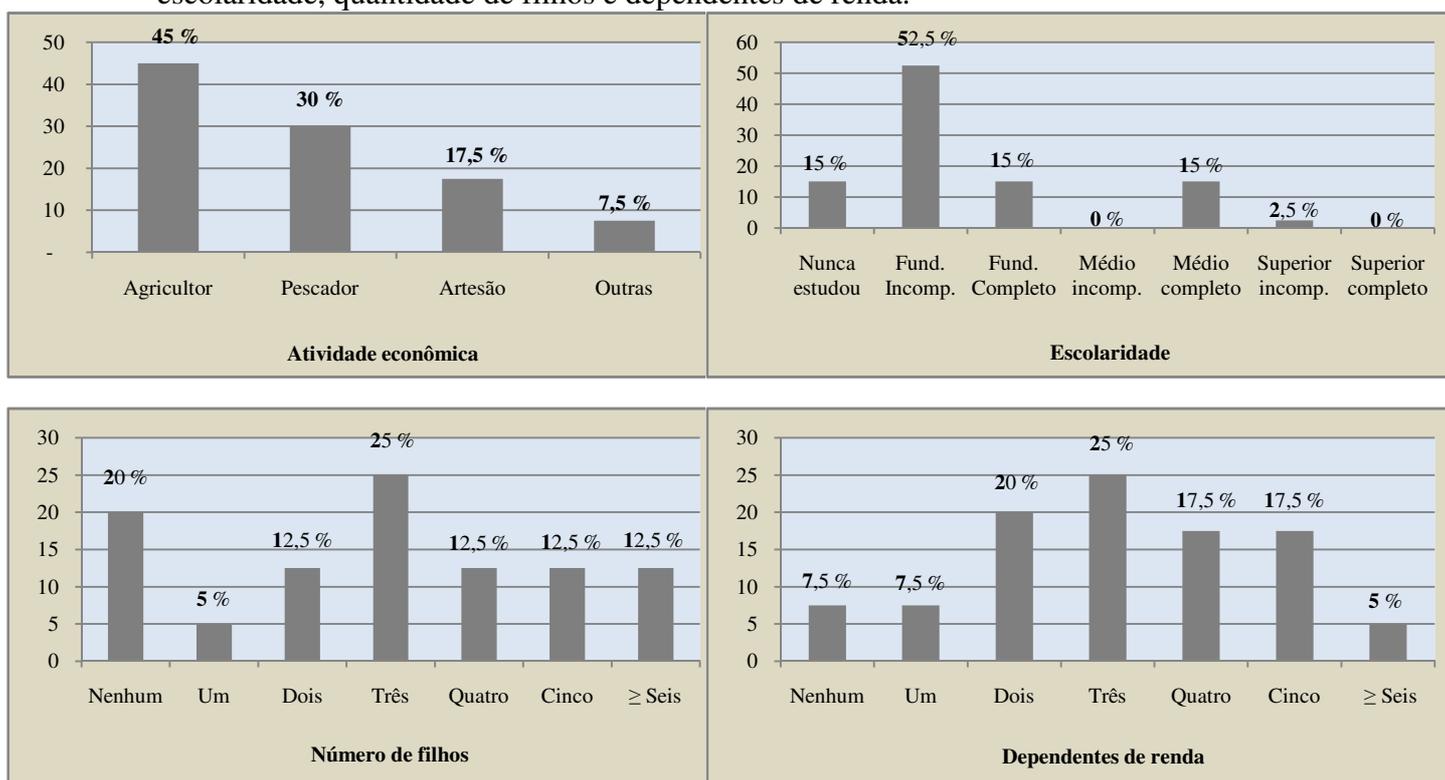
Os resultados apresentados acima indicaram que dos 40 entrevistados, as pessoas de sexo feminino eram mais representativas na comunidade embora no projeto avaliado prevaleçam os homens. Assim como em outras comunidades existe uma clara divisão do trabalho. Durante a pesquisa constatou-se que ocorre um abandono da comunidade por parte da população mais jovem cujo principal destino é a capital do Estado – Fortaleza. Este fato pode ser justificado pela falta de expectativas baseadas nas tradições familiares, o que muitas vezes incentiva os

pais a estimularem seus filhos na busca de melhores condições de vida, por não visualizarem as oportunidades nas áreas rurais. Nesse contexto Godoy *et al.*, (2009 *apud* SILVA, 2011), afirmam que geralmente no meio rural pode-se observar dois fenômenos: o envelhecimento da população e o êxodo rural dos jovens para os centros urbanos.

Um dos aspectos mais importantes verificados durante o estudo é o estado civil dos entrevistados. Os números mostram um alto grau de relacionamentos estáveis, o que conforme Nascimento (2007) reflete uma realidade de vida simples do interior, onde o sertanejo mantém fortes relações conjugais duradouras.

Os dados referentes às atividades econômicas, escolaridade, pessoas dependentes de renda de acordo com a realidade de cada família e a quantidade de filhos conforme os entrevistados estão dispostos no Gráfico 2.

**Gráfico 2** – Distribuição de frequência dos entrevistados relativa à atividade econômica, escolaridade, quantidade de filhos e dependentes de renda.



Fonte: Dados da pesquisa

Conforme constatado, as duas principais atividades econômicas desenvolvidas pelas famílias são a agricultura em primeiro lugar, e em seguida a pesca. Outras atividades, como artesanato, são menos relevantes na composição da renda domiciliar. As atividades agrícolas ainda são praticadas de forma incipiente consistindo no cultivo de milho e feijão, horticultura

e apicultura. Cabe ressaltar que, quase todos os produtores rurais na comunidade realizam atividades da pesca para autoconsumo, podendo às vezes vender o excedente para complementação da renda familiar. Silva (2011) destacou na sua pesquisa com os piscicultores na sua área de estudo a existência de pluriatividade sendo agricultura a principal atividade econômica desenvolvida.

Com relação ao nível de escolaridade, 52,5% dos moradores não conseguem concluir o ensino fundamental acabando por desistir devido às dificuldades de se deslocar para a sede municipal, uma vez que a própria comunidade não dispõe de uma instituição de ensino médio. Enquanto isso, o grupo dos que jamais haviam estudado com os que concluíram o ensino fundamental e os que responderam ter concluído o ensino médio, formaram 15% dos respondentes cada um. Apenas uma pessoa na comunidade respondeu ter concluído o ensino superior, completando assim, o 2,5% restante.

Várias pesquisas apontam a escolaridade como um dos principais fatores que restringe o crescimento das atividades no meio rural, principalmente das mais produtivas e dinâmicas. O baixo nível de escolaridade nas comunidades rurais cearenses também já foi constatado em estudos como o de Nascimento (2007), Rabelo (2008), Damasceno (2009) e Silva (2011).

A escolaridade é um fator fundamental para o êxito de qualquer política de desenvolvimento regional, principalmente quando se trata do meio rural, pois, auxilia na interpretação de informações pertinentes a práticas de atividades econômicas e adoção de tecnologias.

No quesito número de filhos, 25% dos entrevistados têm até três filhos o que aponta a mesma tendência à redução no tamanho das famílias observadas nas áreas urbanas. No que alude ao número de dependentes de renda, Marinho *et al.*, (2009) observaram no seu estudo sobre o perfil socioeconômico e ambiental das comunidades que circundam um açude, que 56,3% dos entrevistados têm entre 3 e 6 pessoas dependentes de sua renda e afirmaram existir uma relação direta entre a quantidade de filhos e a renda familiar na comunidade estudada. Hoje há os inúmeros benefícios do governo federal distribuídos pelo número de filhos em determinada idade.

## 6.2 Subíndices de Sustentabilidade do Projeto de Piscicultura Familiar

Nesta seção, incorporou-se todas as dimensões avaliadas na pesquisa para análise de sustentabilidade do projeto, envolvendo apenas as famílias inseridas.

A principal função do índice de sustentabilidade é permitir o conhecimento do grau de sustentabilidade no qual se encontra o que se avalia e, perceber ademais, em que dimensões existe uma possível ameaça ou aspectos a serem priorizados na busca pelo desenvolvimento sustentável.

O cálculo do índice de sustentabilidade foi efetuado a partir da equação 7, possibilitando incorporar todas as dimensões consideradas na avaliação e dando importância igual a todos os indicadores dentro da mesma dimensão de modo que não gere nenhuma tendência na análise de sustentabilidade. Os valores obtidos estão dispostos na Tabela 7.

**Tabela 7** – Valores dos subíndices de sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada.

Índices	Valor calculado	Contribuição de cada índice
Subíndice social	0,613	61,30
Subíndice ambiental	0,594	59,40
Subíndice econômico	0,594	59,40
Subíndice tecnológico	0,583	58,30
Subíndice de qualidade da água	0,748	74,80

Fonte: Dados da pesquisa

Considerando que quanto mais próximo de 1 o valor de cada índice, melhor é o desempenho do projeto de piscicultura familiar e mais perto de alcançar a sustentabilidade que se pretende atingir, percebe-se que o índice de qualidade da água obteve o melhor desempenho e no sentido oposto o escopo tecnológico ficou com a pior situação. Analisando separadamente cada dimensão com a integração de todos os aspectos avaliados é possível compreender melhor os resultados.

### 6.2.1 Dimensão Social

De acordo com as informações da Tabela 8, verifica-se que todos os piscicultores entrevistados responderam que não houve melhoria no acesso à educação com o projeto, e quanto ao curso de educação ambiental depois de engajados na atividade, 75% afirmaram participar pelo menos uma vez, sendo que os outros 25% disseram que nunca participaram.

O conhecimento básico sobre os princípios da educação ambiental é imprescindível quando se trata de atividades como a piscicultura, pois, ajuda os atores envolvidos nessa prática em saber lidar com situações que envolvem o cuidar do próprio meio onde está instalado o empreendimento.

**Tabela 8** – Frequência relativa dos piscicultores segundo o acesso à educação com a implantação do projeto (%).

Indicador Educação	Sim	Não
Melhoria no acesso à educação	0	100
Curso de educação ambiental	75	25

Apesar do baixo nível de escolaridade não há uma atitude concreta para aumentar o nível de instrução dos pesquisados. Conforme o IBGE (2010) a educação é prioridade quando se pretende promover o desenvolvimento sustentável, pois capacita a população para enfrentar questões que o envolvem no dia a dia, facilitando, assim, a aquisição de valores, habilidades e conhecimentos relacionados com a temática, além de fornecer alternativas para uma melhor convivência sociedade-natureza por se constituir de uma ferramenta estratégica para mudanças de paradigmas. Dias (2004, *apud* RABELO, 2007) acrescenta que a educação ambiental quando trabalhada em todo o seu processo (informação, reflexão e conscientização), gera mudanças no comportamento, tornando-se os próprios participantes nos cursos agentes multiplicadores.

A moradia adequada é uma das condições determinantes para a qualidade de vida da população. Os dados apresentados na Tabela 9 indicam que 87,5% dos piscicultores afirmaram jamais conseguir realizar reformas na casa com a implantação do projeto de piscicultura. Quanto à fonte de iluminação, todos os entrevistados afirmaram que existe fornecimento de energia elétrica nas suas residências o que é atribuído a projetos governamentais como o “Luz para todos”.

**Tabela 9** – Frequência relativa dos piscicultores quanto ao melhoramento na condição de moradia com a implantação do projeto (%).

Indicador habitação	Sim	Não
Reforma na casa	12,5	87,5
Energia elétrica	100	0

Segundo Khan (2006), uma das formas de verificar a existência de melhorias no poder aquisitivo e no bem-estar das famílias nas comunidades é através da avaliação das condições de moradia.

O indicador saúde é relevante por expressar a oferta de infraestrutura básica de serviços de saúde e, conseqüentemente, o potencial de acesso aos mesmos por parte da população. De acordo com os valores apresentados na Tabela 10, todos os entrevistados foram unânimes em afirmar ter acesso a serviço básico de saúde na comunidade através de agentes que visitam as residências quando chamados. Apesar disso, 62% dos piscicultores acharam esse tipo de serviço insatisfatório. Contudo, 75% mostraram não ver incentivo para a melhoria no serviço de saúde, em contrapartida, apenas 25% estavam otimistas na melhoria, embora o projeto não tenha como objetivo a melhoria nas condições sanitárias do grupo.

**Tabela 10** – Frequência relativa dos piscicultores quanto ao melhoramento nas condições sanitárias com a implantação do projeto (%).

<b>Indicador Saúde</b>	Sim	Não
Acesso a serviço de saúde	100	0
Satisfação com serviços de saúde	38	62
Incentivo à melhoria de saúde	25	75

Com relação a este indicador, Rabelo (2008) assinala que a disponibilidade de serviços de saúde e o seu acesso permitem ao produtor manter o bem-estar humano e assim, aumentar a sua expectativa de vida, sendo um dos pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável, conforme recomenda a Agenda 21 Global. Já para o IBGE (2010) o acesso aos serviços de saúde é condição para a conquista e manutenção da qualidade de vida da população.

Em relação ao nível da organização social na comunidade, pode-se observar, a partir da Tabela 11, que este indicador é o que melhor contribui para o desenvolvimento social da comunidade em todos os aspectos avaliados.

**Tabela 11** – Frequência relativa dos piscicultores quanto ao nível de organização social dos grupos inseridos no projeto de piscicultura (%).

<b>Indicador Associação</b>	Sim	Não
Filiação na associação	100	0
Filiação motivada após o surgimento do projeto	100	0
Participa nas reuniões da associação	100	0
Associação traz benefícios para a comunidade	100	0
Decisões a partir da apreciação e aprovação nas reuniões	100	0
Participação na escolha dos líderes da associação	100	0
Efetividade na execução das decisões pela diretoria	100	0
Submissão e aprovação dos investimentos nas reuniões	100	0

O associativismo é uma forma de organização comunitária que pode indicar caminhos a serem trilhados pelos produtores. A participação do produtor rural nas organizações como associação comunitária é considerada como meio de inclusão no processo de decisão-ação e sendo também uma forma de assegurar o seu acesso aos programas de desenvolvimento rural.

Quanto à segurança alimentar, foram levantadas duas questões básicas. A primeira diz respeito ao recebimento da parte da produção para melhoramento da dieta alimentar das famílias na comunidade, em que todos os sujeitos pesquisados responderam negativamente. A segunda trata-se dos aspectos nutricionais do peixe na alimentação, onde, também por unanimidade todos afirmaram que o peixe apresenta qualidade para a vida ativa e saudável, como mostra a Tabela 12, abaixo.

**Tabela 12** – Frequência relativa dos piscicultores quanto a segurança alimentar com a implantação do projeto (%).

<b>Indicador Segurança Alimentar</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Parte da produção para alimentação das famílias	0	100
O peixe apresenta qualidade para a vida ativa e saudável	100	0

De acordo com os pesquisados, o não benefício da parte produzida para alimentação das famílias envolvidas no projeto é justificado pela baixa produção dos peixes, o que ainda não é suficiente para a distribuição entre eles, pelo menos até a realização da pesquisa.

Segundo a ONU (2009), no Objetivo do Desenvolvimento do Milênio (ODM) a segurança alimentar se destaca como um dos itens mais importantes para a erradicação da fome e da pobreza, principalmente quando se trata da população rural. A piscicultura, tal como a agricultura familiar, é fundamental à segurança alimentar principalmente para as comunidades carentes e, para que se possa manter no mesmo padrão de desenvolvimento, terá que estar alicerçada nos princípios de sustentabilidade, através do qual os aspectos econômicos, sociais e ambientais deverão caminhar juntos.

Analisados todos os indicadores, a sua agregação levou ao índice social ( $I_s$ ) conforme observado na Tabela 13.

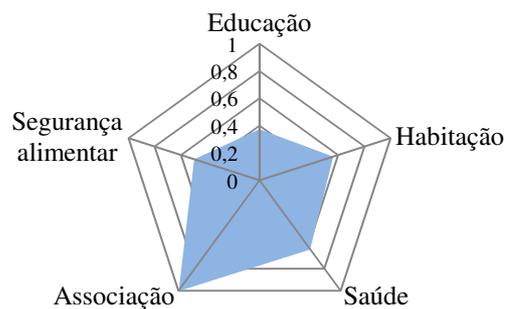
**Tabela 13** – Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do índice social (I<sub>s</sub>).

Indicadores	Valor absoluto	Contribuição (%)
Educação	0,375	12,2
Habitação	0,563	18,4
Saúde	0,625	20,4
Associação	1,000	32,7
Segurança alimentar	0,500	16,3
<b>I<sub>s</sub></b>	<b>0,613</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa

A contribuição de cada indicador na composição do índice social pode ser visualizada também por meio da representação gráfica, destacando a elevada participação da associação atingindo o nível máximo de sustentabilidade, sendo a pior situação constatada no indicador educação (GRÁFICO 3).

**Gráfico 3** – Contribuição dos indicadores na composição do I<sub>s</sub>.



## 6.2.2 Dimensão Ambiental

Tendo em conta as características da comunidade, para este subsistema levou-se em consideração os seguintes indicadores: Saneamento básico, Percepção ambiental, e Cumprimento da legislação pelo projeto.

A ausência de saneamento básico pode trazer sérios problemas para o meio ambiente e para a saúde da população que habita a comunidade. No caso da comunidade avaliada isso é mais sério devido ao risco de contaminação do reservatório onde a piscicultura é praticada. O indicador saneamento básico (TABELA 14) foi incluído na dimensão ambiental visando investigar as condições sanitárias necessárias à qualidade de vida dos piscicultores, sobretudo

por meio de destino final dado aos dejetos humanos, tratamento de água e coleta de lixo, a fim de garantir a saúde e a preservação da qualidade do meio ambiente.

Ormond (2004), afirma que saneamento é toda ação ou efeito de tornar saudável, ou um conjunto de ações adotadas em relação ao meio ambiente com a finalidade de criar condições favoráveis à manutenção do meio e à saúde das populações.

**Tabela 14** – Frequência relativa dos piscicultores segundo as condições de saneamento básico (%).

Indicador saneamento básico		Sim	Não
Destino dos dejetos humanos	Jogado a céu aberto ou enterrado	0	100
	Levados à fossa	100	0
	Rede de esgoto	0	100
Água do consumo	Sem tratamento	0	100
	Tratamento com adição de cloro	100	0
Coleta de lixo	Jogado ao solo, queimado ou enterrado	100	0
	Recolhido através de coleta domiciliar	0	100

Os resultados indicam que todos os piscicultores responderam que usam a fossa como destino para os dejetos. A água consumida recebe um tratamento por meio de adição de cloro nas cisternas e esse serviço é realizado geralmente pelos técnicos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, por meio de visitas domiciliares. Contudo, verificou-se que o lixo, assim como outros resíduos sólidos geralmente são queimados, já que não existe nenhum serviço de coleta na comunidade.

A inclusão de coleta e destino do lixo doméstico na investigação sobre sustentabilidade ambiental deu-se por ter sido entendido como parte de uma questão vinculada à qualidade de vida e do meio ambiente. Mesmo no meio rural, o consumo de alimentos industrializados está disseminado, provocando um acúmulo de lixo de baixíssimo aproveitamento pela própria família.

Quanto à percepção ambiental, definida como sendo uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar do mesmo, as informações da Tabela 15 mostram a frequência dos piscicultores com relação às variáveis que compõem este indicador.

**Tabela 15** – Frequência relativa de percepção ambiental dos piscicultores (%).

<b>Indicador percepção ambiental</b>	Sim	Não
Importante preservar o meio ambiente	100	0
Melhoria da consciência ambiental com o projeto	100	0
Preocupação com o meio ambiente	87,5	12,5
Adota medidas para conservar matas ciliares no entorno	0	100

Os dados apresentados revelam que das quatro variáveis que formaram o indicador percepção ambiental, duas obtiveram nota máxima atribuída pelos piscicultores, mostrando que os produtores dão muita importância sobre a questão de preservar o meio ambiente podendo melhorar a sua consciência ambiental com o surgimento do projeto de piscicultura.

Esses dados mostram um paralelo com aqueles apresentados por Souza Júnior (2009), quando observou, no seu estudo sobre piscicultura em módulos associativos familiares no estado do Ceará, que 95% dos piscicultores afirmaram ter conhecimento sobre assuntos ligados a preservação ambiental e que tinham alguma noção sobre a legislação ambiental.

Não obstante, os piscicultores afirmaram não contar com nenhum apoio dos órgãos governamentais competentes no sentido de manter as políticas de preservação ambiental, acabando por intensificar cada vez mais a sua atividade econômica em detrimento das medidas de conservação realizadas antes na comunidade. Ressalta-se, mais uma vez, a ausência de políticas de educação ambiental e de incentivo à preservação ambiental, situação que pode contribuir negativamente na busca da sustentabilidade ambiental do projeto de piscicultura na comunidade.

Relativamente aos dados que deram origem ao indicador legislação ambiental observa-se que o projeto de piscicultura ainda não se encontra regularizado constituindo, portanto, um aspecto negativo do ponto de vista ambiental em relação ao indicador. Este fato, segundo os piscicultores, está relacionado à falta de recursos financeiros dos próprios produtores já que a regularização dos empreendimentos segue trâmites burocráticos passando por diferentes instituições governamentais.

Além da regularização do projeto, outras variáveis como o benefício da regularização para o produtor e o uso de espécie permitida pela legislação foram imprescindíveis na avaliação do indicador, contribuindo positivamente para uma boa representatividade deste dentro do escopo ambiental (TABELA 16).

**Tabela 16** – Frequência relativa dos piscicultores segundo o cumprimento da legislação ambiental com a implantação do projeto (%).

<b>Indicador legislação ambiental</b>	Sim	Não
Regularização ambiental do projeto	0	100
A regularização ambiental é boa para o meio ambiente	100	0
A regularização ambiental da piscicultura é boa para o produtor	87,5	12,5
Uso de espécies permitidas pela legislação	100	0

A legalização ou regularização ambiental dos empreendimentos de piscicultura é ferramenta importante para o direcionamento da atividade, pois visa à viabilidade econômica com sustentabilidade ambiental, além de proporcionar condições para atuação em bases sustentáveis, evitando conflitos no uso de recursos hídricos e promovendo o desenvolvimento regional.

Quanto aos benefícios da regularização ambiental para o produtor, reconhece-se que a busca da sustentabilidade ambiental garantirá o melhor uso dos recursos naturais disponíveis e a consequente continuidade do processo produtivo, com redução de riscos ao investimento. A regularização também é importante para atender aos mercados que se tornam cada vez mais exigentes quanto aos aspectos ambientais, trazendo segurança quanto à atuação da fiscalização ambiental e a consequente punição (BRASIL, 2010).

Ayrosa *et al.*, (2008) afirmam que a legislação pertinente no sistema de tanques-rede é bastante complexa, particularmente quando se trata de projetos em águas da União, que são regulamentados por normas jurídicas referentes a distintos setores (produção animal, recursos hídricos, saúde, dentre outros). Valente (2000) acrescenta que a sustentabilidade ambiental da piscicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais a atividade está inserida, pois, é impossível produzir sem provocar alterações ambientais. Contudo, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável.

No projeto em estudo adota-se o cultivo de tilápias do Nilo (*O. niloticus*), consideradas espécies permitidas para o cultivo pela legislação brasileira vigente. Várias pesquisas afirmam que a introdução voluntária de uma espécie exótica pode levar à introdução acidental de outras espécies a ela associadas, como é o caso de parasitas associados aos peixes introduzidos em atividades de piscicultura. Tais parasitas podem comprometer a sanidade ambiental da piscicultura e causar novas doenças em ecossistemas naturais.

Segundo Backup (1982) no Brasil, as principais ameaças ao meio ambiente aquático incluem possivelmente, a introdução de espécies exóticas não permitidas pela legislação.

Jeffman e Marques (2003) avaliando os princípios de conservação ambiental para a sustentabilidade de aquicultura, explicam que a ocupação dos ambientes naturais por parte dos indivíduos introduzidos, dependendo da sua capacidade adaptativa, pode levar a drásticas diminuições da densidade populacional de algumas espécies que não conseguem competir com as invasoras.

Enquanto isso, Fernando e Gurgel (1994 apud SILVA, 2011) defendem que as tilápias introduzidas nos reservatórios do Nordeste brasileiro não causaram nenhum dano às espécies de peixes nativas, porque teriam ocupado espaço vago nesses ambientes.

As contribuições de cada indicador na dimensão ambiental e o cálculo do índice estão apresentadas na Tabela 17, abaixo:

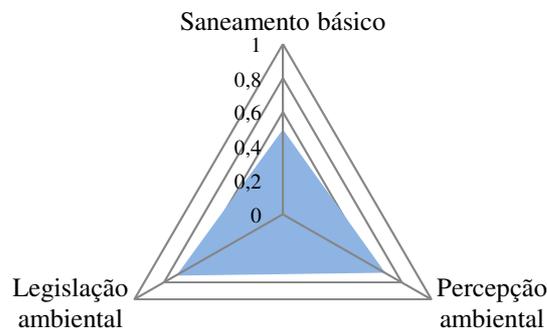
**Tabela 17** – Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do índice ambiental ( $I_A$ ).

Indicadores	Valor absoluto	Contribuição (%)
Saneamento básico	0,500	26,2
Percepção ambiental	0,688	36,1
Legislação ambiental	0,719	37,7
<b><math>I_A</math></b>	<b>0,635</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Estes resultados também podem ser observados por meio do Gráfico 4. Neste, percebe-se claramente que quanto mais próximo da linha da borda exterior, melhor é a contribuição do indicador na composição do índice ambiental.

**Gráfico 4** – Contribuição dos indicadores na composição do  $I_A$ .



### 6.2.3 Dimensão Econômica

Os indicadores incorporados para o cálculo de subíndice econômico são trabalho, renda, comercialização, bens duráveis e fundo rotativo solidário.

O indicador trabalho procurou verificar dentro desse escopo, até que ponto o projeto de piscicultura pode contribuir para oferecer a oportunidade de trabalho às famílias inseridas, medindo seu nível de satisfação assim como a sua pretensão em seguir na atividade (TABELA 18). Os mesmos produtores que explicitaram não estar satisfeito com a atividade e nem sequer continuar a exercer essa profissão, foram também os que afirmaram não permitir que os filhos seguissem nesse ramo.

Mesmo não tendo ocorrido mudanças significativas a favor da continuidade dos piscicultores e dos filhos na atividade, este quesito contribuiu mais que os indicadores renda e comercialização, por exemplo, para a composição do subíndice econômico.

**Tabela 18** – Frequência dos piscicultores relativa ao nível de satisfação com o trabalho após a inserção no projeto (%).

Indicador Trabalho	Sim	Não
Satisfação com a atividade	75	25
Continuidade na atividade	25	75
Continuidade dos filhos	35	65

Quanto à renda gerada com o projeto (TABELA 19), os piscicultores que participavam da atividade afirmaram depender menos dessa produção do que da renda fornecida pela pesca extrativista, uma vez que, segundo os entrevistados, o número de tanques-rede ainda é pequeno (20 – 30 unidades), não havendo uma regularidade de venda do produto, a qual ocorria apenas no final de cada ciclo, enquanto a pesca, mesmo sendo pouca, fornecia peixes todos os dias.

Outro fator que pode estar relacionado com baixa renda é a falta das infraestruturas de comercialização, porém, ela representa direta ou indiretamente o aumento na geração da renda, fatos que segundo Nunes e Viana (2006 *apud* RABELO, 2007) devem existir para que haja rentabilidade na produção, pois, o projeto não pode vir a ser complementar de renda, mas sim, a principal fonte.

**Tabela 19** – Frequência dos piscicultores relativa à situação da renda com a implantação do projeto (%).

<b>Indicador Renda</b>	Sim	Não
Piscicultura como única fonte de renda familiar	62,5	37,5
Melhoria da renda com o projeto	0	100
Renda atual traz melhorias na qualidade de vida da família	37,5	62,5

Araújo e Sá (2011) constataram na sua pesquisa que o elevado custo da ração comercial também influencia na renda do piscicultor passando a ser de grande importância para a sustentabilidade econômica dos empreendimentos, em decorrência do alto custo desse insumo.

A comercialização do produto (TABELA 20) é feita sem nenhuma estrutura que pudesse potencializar o escoamento da produção para atrair grandes mercados consumidores, o que gera dificuldades de ordem econômica para os piscicultores. Com efeito, esta realidade pode estar ligada com a ausência de grandes compradores como a Prefeitura, as empresas de beneficiamento e/ou o próprio Governo. A grande parte da produção é vendida ao consumidor local, no mercado municipal ou aos intermediários (atravessadores).

**Tabela 20** – Frequência dos piscicultores relativa à infraestrutura, acesso ao mercado e meios de comercialização da produção (%).

<b>Indicador Comercialização</b>	Sim	Não
O projeto conta com infraestrutura e acesso ao mercado	0	100
Meios de comercialização	37,5	62,5

Silva (2011) também incluiu na sua pesquisa a variável comercialização como indicador econômico onde observou que quase 90% do que é pescado é destinado ao autoconsumo, sendo apenas 10% restantes destinados à comercialização, em que o principal destino da venda dos produtos é a própria comunidade. Ainda segundo a autora, a ausência de estruturas físicas que possa ser utilizada para auxiliar a comercialização constituiu um entrave para a viabilidade econômica da atividade.

Acrescenta-se a recente e grande conquista dos piscicultores da comunidade de Malhada por terem firmado um convênio com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, graças ao apoio da associação comunitária local, sendo que o referido convênio consiste na venda da parte de produção para este órgão governamental. A ocasião pode vir a ser uma alternativa para o melhoramento a venda ou comercialização dos seus produtos e

consequentemente um aumento da rentabilidade, fazendo com que o projeto passe a ser a principal fonte de renda para os piscicultores.

Em se tratando da variável bens duráveis, percebe-se que quase todos os piscicultores têm acesso aos bens básicos de acordo com os dados da Tabela 21. Um dos pontos que mais chamou atenção na pesquisa é o fato do aumento na aquisição de bens, apesar da ausência de melhoria na renda dos entrevistados após a inserção na atividade. Apenas dois produtores afirmaram não possuir o telefone celular.

**Tabela 21** – Frequência relativa dos piscicultores quanto à aquisição de bens duráveis após a inserção no projeto (%).

<b>Indicador Bens</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Televisão	100	0
Rádio	100	0
Geladeira	100	0
Fogão a gás	100	0
Telefone celular	85	25

Provavelmente a renda obtida principalmente em outras atividades agropecuárias ou programas de transferência de renda como o “Bolsa Família”, sejam os fatores que mais contribuíram para que os piscicultores adquirissem seus bens, não dependendo apenas do rendimento de piscicultura. Cabe destacar que o indicador bens foi o que obteve o maior desempenho na composição do índice econômico.

O quesito fundo rotativo solidário, como indicador indispensável para a sustentabilidade econômica, buscou conseguir informações quanto aos benefícios deste para os piscicultores, aos associados e a fidelidade dos beneficiários no sentido de manter esta política de crédito criada pela entidade como uma das alternativas financeiras para o apoio às atividades econômicas e o desenvolvimento local. Assim, na Tabela 22 observa-se como estas variáveis contribuíram para a avaliação deste indicador.

**Tabela 22** – Frequência relativa dos piscicultores segundo os benefícios do fundo rotativo solidário (%).

<b>Indicador Fundo rotativo</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Benéfica à comunidade	100	0
Benefícios pessoais	85	25
Pagamento das parcelas em dia	85	25

Conforme Brasil (2012) este tipo de fundo estimula o desenvolvimento local uma vez que os recursos são destinados ao apoio de projetos associativos e comunitários de produção de bens e serviços, podendo os próprios moradores ter acesso ao crédito para investir nas suas atividades econômicas.

Entretanto, para que qualquer projeto de piscicultura possa seguir rumo à sustentabilidade econômica, é necessário entender a produção como um processo amplo, que envolve todo um conjunto de elementos que se inter-relacionam formando uma rede complexa, chamado de cadeia produtiva.

Os valores calculados para indicadores e as suas respectivas contribuições na composição do subíndice econômico estão dispostos na Tabela 23, abaixo:

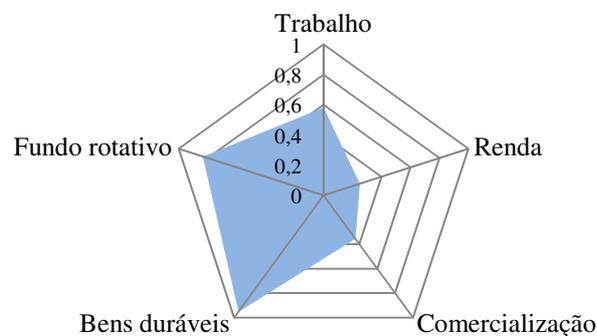
**Tabela 23** – Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do subíndice econômico ( $I_E$ ).

Indicadores	Valor absoluto	Contribuição (%)
Trabalho	0,583	19,6
Renda	0,250	8,4
Comercialização	0,354	11,9
Bens duráveis	0,950	32,0
Fundo rotativo	0,833	28,0
<b><math>I_E</math></b>	<b>0,594</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa

No Gráfico 5 é visível a contribuição de cada indicador na composição do índice econômico. Destaca-se a elevada participação dos indicadores bens duráveis e fundo rotativo, enquanto os indicadores renda e comercialização apresentaram fraco desempenho.

**Gráfico 5** – Contribuição dos indicadores na composição do  $I_E$ .



### 6.2.4 Dimensão Tecnológica

O escopo tecnológico contou com três principais indicadores: assistência técnica, capacitação técnica e sistemas de produção.

A variável assistência técnica (TABELA 24) procurou observar a existência ou não do apoio técnico por parte das instituições governamentais, estaduais e/ou municipais na busca de soluções de problemas específicos e pontuais do projeto como parte de políticas públicas prestadoras de serviços assistenciais às comunidades por meio de extensão rural.

Apesar dos piscicultores afirmarem terem recebido no início do projeto a assistência do Governo do Estado, por meio da Empresa de Assistência Técnica rural do Ceará – EMATERCE e Secretaria do Desenvolvimento Agrário – SDA, em convênio com estas instituições, ainda não conseguiram superar a dificuldade na adequação de tecnologias de produção de peixes, ou seja, não foi verificada a atuação de nenhum técnico prestando assistência ao projeto. Por outro lado, a maioria dos produtores afirmaram ser suficiente o período estipulado para a produção por ciclo, embora a aquisição dos insumos continue sendo um desafio a ser vencido.

**Tabela 24** – Frequência relativa dos piscicultores quanto à assistência técnica prestada ao projeto (%).

Indicador Assistência técnica	Sim	Não
Apoio técnico à atividade no início	100	0
Apoio técnico atual à atividade	0	100
A tecnologia é adequada	0	100
Período de produção suficiente	85	25
Facilidade de adquirir insumos	37,5	62,5

Diferentemente do observado na comunidade de Malhada, em sua pesquisa com os piscicultores familiares no Ceará, Souza Júnior (2009) observou que a assistência técnica aos projetos foi avaliada pelos entrevistados como boa, relatando que em todos os projetos foram encontrados pelo menos um técnico atuando.

Por sua vez, o indicador capacitação teve como principal tarefa avaliar o nível da capacidade técnica ou de conhecimento dos produtores sobre as técnicas de cultivo de peixes. Por meio dos resultados apresentados na Tabela 25 observou-se que quase todos os entrevistados tinham conhecimento sobre as técnicas de cultivo, não obstante as dificuldades encontradas durante o manejo, tais como: o arraçoamento, a biometria, a repicagem, a limpeza das estruturas, a segurança, entre outros.

**Tabela 25** – Frequência relativa dos piscicultores quanto à capacitação técnica prestada com a implantação do projeto (%).

<b>Indicador Capacitação técnica</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Curso de capacitação	87,5	12,5
Dificuldade no processo produtivo	37,5	62,5

Para Peixoto (2008) a capacitação técnica pode ser entendida como o ato de levar ou transmitir conhecimentos de sua fonte geradora ao receptor final – o público rural, ainda dentro do processo de extensão rural.

A viabilidade técnica de qualquer projeto de piscicultura depende, muitas vezes, do sistema de cultivo empregado uma vez que a sobrevivência dos organismos cultivados e a qualidade da água no entorno dependem diretamente deste. O sistema produtivo empregado no projeto é o intensivo (TABELA 26), adotando-se o cultivo de tilápias em tanques-rede com fornecimento de ração comercial balanceada.

O tipo de alimento fornecido aos peixes é o principal determinante do sistema de cultivo adotado e, conseqüentemente, dos impactos sobre a qualidade da água circundante. Quando se usa ração comercial não balanceada, torna-se mais onerosa a produção, podendo constituir até 70% do custo da produção sendo, portanto, um importante fator da sustentabilidade da piscicultura.

**Tabela 26** – Frequência relativa dos piscicultores segundo o sistema de produção empregado no projeto (%).

<b>Indicador Sistema de produção</b>		<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Tipo de sistema empregado na produção	Intensivo	100	0
	Semi-intensivo	0	100
	Extensivo	0	100
O sistema é seguro do ponto de vista tecnológico		100	0

Na Tabela 27 é possível perceber que o indicador sistema de produção teve a pior participação na composição do índice tecnológico, apesar de que os entrevistados haviam afirmado ser seguro o sistema de cultivo empregado do ponto de vista tecnológico.

Calculando o índice tecnológico obtém-se um valor de 0,583, o que classifica o projeto como de média sustentabilidade tecnológica.

**Tabela 27** – Valores e contribuição de indicadores individuais na composição do subíndice tecnológico ( $I_T$ ).

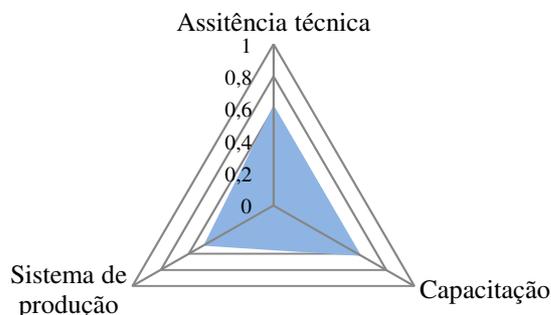
<b>Indicadores</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Contribuição (%)</b>
Assistência técnica	0,625	35,7
Capacitação	0,625	35,7
Sistema de produção	0,500	28,6
<b><math>I_T</math></b>	<b>0,583</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Alguns dos grandes problemas para o desenvolvimento tecnológico da piscicultura familiar são a falta de organização, a ausência de capacitação e assistência técnica, a ausência de transferência de tecnologia; bem como a deficiência do sistema de cultivo empregado. Esses fatores aliados à carência de pesquisas sobre o tema impedem de certa maneira a sustentabilidade tecnológica de qualquer projeto de piscicultura.

No Gráfico 6 evidencia-se quase a mesma participação de todos os indicadores que compõem este subsistema, com destaque a participação igual dos indicadores assistência técnica e capacitação.

**Gráfico 6** – Contribuição dos indicadores na composição do  $I_T$ .



### **6.3 Avaliação da Qualidade da Água nas zonas de influência de piscicultura por meio dos índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET)**

#### 6.3.1 Propriedades físico-químicas e biológicas das amostras de água

A qualidade da água é um dos fatores indispensáveis para o desenvolvimento sustentável de qualquer atividade aquícola. No Brasil, a questão da qualidade da água para a piscicultura é tratada na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA nº357/2005), classe 2, que relaciona os parâmetros a serem monitorados bem como o seu padrão de qualidade.

Nesta seção são apresentados os resultados das análises físico-químicas e biológicas da água (TABELA 32), e por fim os índices encontrados como parte integrante na avaliação de sustentabilidade do projeto de piscicultura.

**Tabela 28** – Resultados das análises de água em diferentes pontos de amostragem no açude Pereira de Miranda.

Variáveis	RESOL. CONAMA (nº 357/05) Classe 2	Unidades	Estiagem/2011						Chuva/2012						
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Coliformes termotolerantes	1000	(NMP/100mL)	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus	aus
pH	6,9 - 9,0	–	7,9	7,9	8,0	8,0	7,9	8,0	8,1	8,6	8,4	8,7	8,4	8,3	
DBO	≤ 5	mg/L	2,8	3,3	2,1	1,4	1,6	1,4	3,5	3,0	2,9	3,2	3,0	1,4	
Nitrogênio total	2,18	mg/L	1,21	0,81	1,02	0,96	0,30	0,94	1,56	1,18	1,13	1,1	1,18	1,05	
Fósforo total	≤ 0,05	µg/L	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16	0,15	0,12	0,16	0,20	0,14	0,14	0,17	
Turbidez	≤ 100	UNT	15,3	16,1	16,3	16	17	11	12	17	19	18	17	16	
Sólidos totais	–	–	5,6	5,4	11,6	0,8	6,1	4,4	2,4	3,1	4,5	18,2	14	2,0	
Oxigênio dissolvido	≥ 5	mg/L	4,9	4,9	5,4	4,0	6,2	4,5	6,0	7,5	6,6	7,0	6,7	6,0	
Clorofila <i>a</i>	30	µg/L	6,5	0,6	5,4	12,7	5,2	11,6	19,0	14,7	7,7	18,2	5,9	10,2	
Temperatura	–	°C	30,0	28,4	26,5	27,2	31,0	30,9	29,6	27,5	30,5	31,4	29,0	28,1	

aus: ausência

Analisando os valores de coliformes termotolerantes, não foi constatado o crescimento de nenhuma célula em todos os pontos investigados durante a realização deste estudo como mostra a tabela acima. Visualmente a área onde foram coletadas as amostras de água, assim como as condições ambientais onde encontra instalada a piscicultura não revela nenhum risco de surgimento de células dessas bactérias. Possivelmente, estes fatores aliados ao não recebimento da água de lançamento de efluentes industriais contribuíram para este resultado.

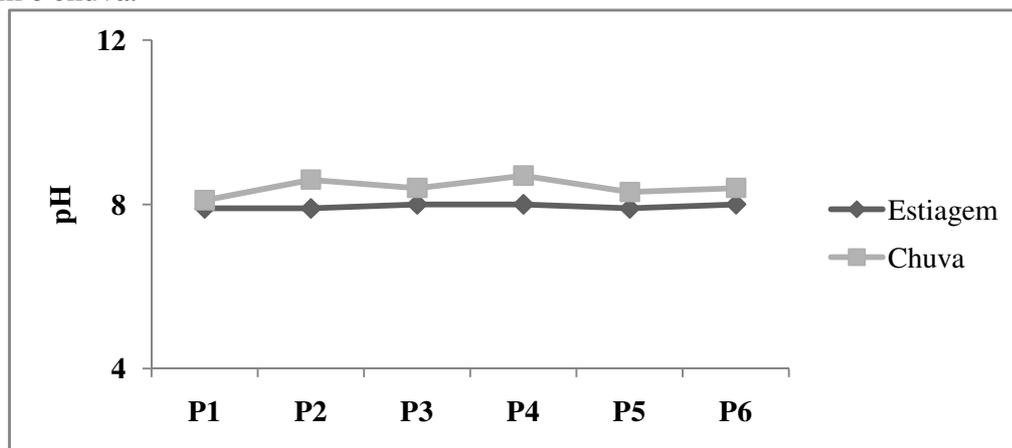
Conforme a CETESB (2004), os coliformes termotolerantes são indicadores de contaminação de origem fecal e as águas que possuem níveis elevados dessas bactérias representam riscos à saúde humana e ao meio aquático, pois sugerem a presença de patógenos. De acordo com o Conama nº 357/2005 para o uso das águas dos reservatórios, não deverá ser excedido um limite de até 1.000 NMP de coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras de água. Portanto, os índices de coliformes obtidos atenderam os limites dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Os valores de pH variaram entre 7,9 e 8,7 em todos os períodos amostrados, conforme os seus respectivos pontos (GRÁFICO 7). Logo, todos estes valores estão dentro da neutralidade, atendendo aos padrões de qualidade da classe 2 da Resolução Conama 357/2005 que estabelece o limite de 6,0 – 9,0 para o pH o que favorece a produção de peixes.

Conforme Boyd; Tucker (1998 *apud* CIGLIANO, 2009), os pontos letais de acidez e alcalinidade são de pH4 e pH11, sendo a faixa de 6,5 a 9,0 a mais adequada para a produção de peixes. Os ecossistemas com elevados valores de pH, segundo Esteves (1998), são encontrados, geralmente, em regiões com balanço hídrico negativo, isto é, quando a precipitação é menor do que a evaporação. Ainda segundo este autor, no Brasil, os açudes nordestinos, especialmente durante o período de estiagem apresentam valores de pH geralmente superiores a 8,0.

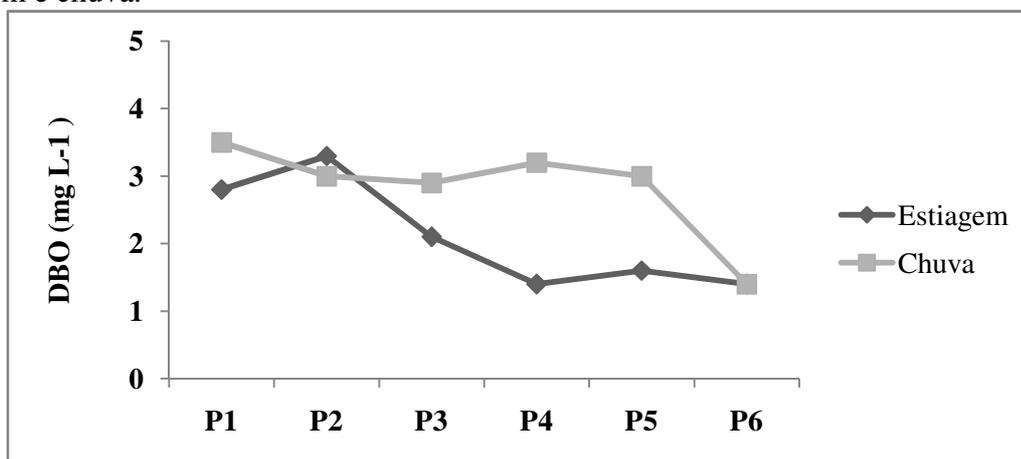
Gomes (2005) estudando o baixo curso do rio Jaguaribe registrou maiores valores de pH no final de estiagem, atingindo valores de 9,0 e atribuiu ao enriquecimento de nutrientes com conseqüente proliferação de algas e consumo de CO<sub>2</sub>. No açude estudado foi observada uma nítida diferença sazonal nos valores de pH, mas um leve aumento no período de chuvas, indicando que estas foram insuficientes para causar mudanças.

**Gráfico 7** – Distribuição dos valores de pH nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.



A demanda bioquímica de oxigênio, ou seja, quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias ( $DBO_5$ ), apresentou variações com valores mínimos de 1,4 mg/L  $O_2$  tanto no período de estiagem (Pontos 4 e 6) como nas chuvas (Ponto - 6), respectivamente (GRÁFICO 8). O máximo valor obtido desse parâmetro foi de 3,5 mg/L  $O_2$ , corroborando estar dentro dos limites estabelecidos pela Resolução do órgão ambiental responsável ( $\leq 5$  mg/L). Cabe acrescentar que os valores elevados do DBO podem reduzir os níveis de oxigênio na água.

**Gráfico 8** – Distribuição dos valores da  $DBO_5$  nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.

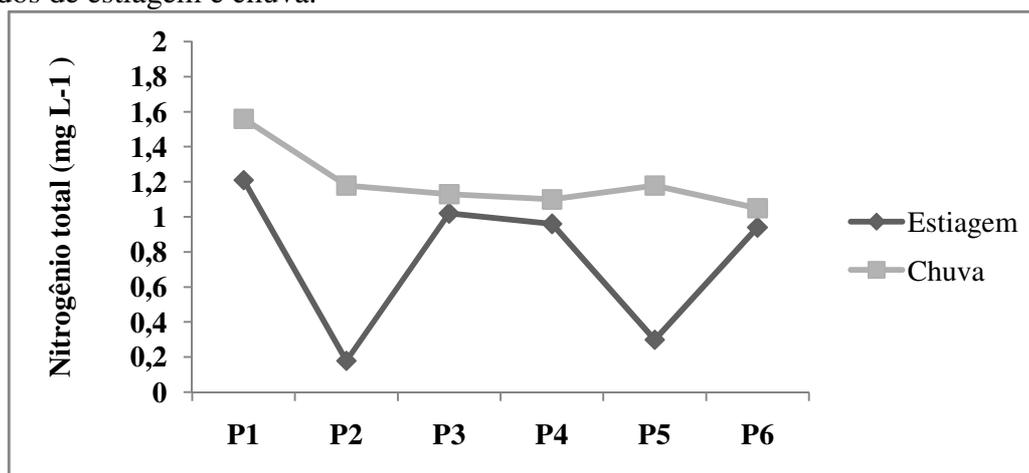


Numa pesquisa sobre aspectos ambientais da qualidade da água realizada na mesma área de estudo, Gorayeb *et al.*, (2007) também encontraram valores baixos de DBO destacando um dos pontos analisados com valor de 4,6 mg/L, concluindo assim, que todos os valores enquadraram-se dentro do recomendado pelo Conama. McNeely *et al.*, (1979), por sua vez, complementam que as águas com níveis de DBO inferiores a 4 mg/L  $O_2$  são

razoavelmente limpas, já com 10 mg/L O<sub>2</sub> são consideradas poluídas, uma vez que elas contêm grandes quantidades de matéria orgânica. A redução da matéria orgânica, segundo Esteves (1998), é atribuída à sedimentação e/ ou precipitação ou decomposição da mesma.

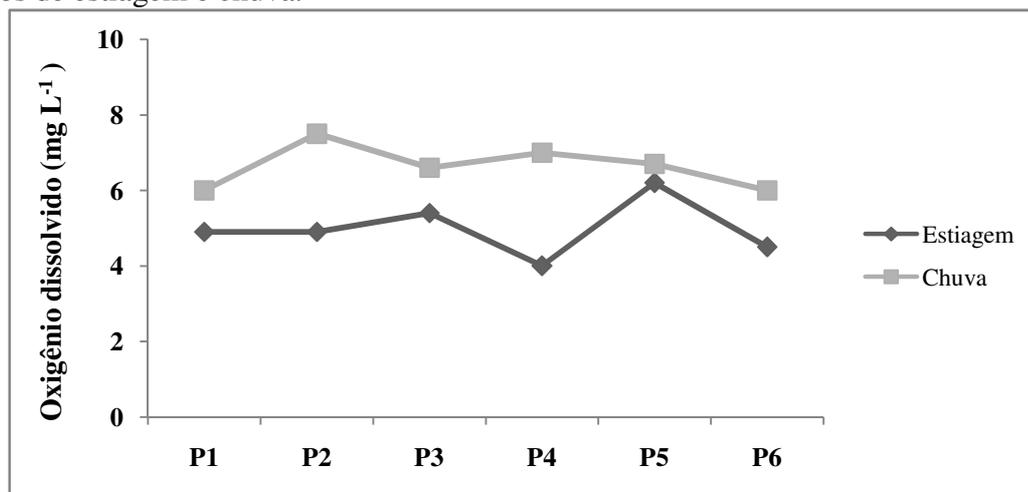
No período de estiagem os valores de nitrogênio total variaram de 0,30 a 1,21 mg/L, já no período chuvoso este parâmetro variou de 1,05 a 1,56 mg/L, valores mínimos e máximos, respectivamente (GRÁFICO 9). Nota-se um ligeiro aumento do valor medido de nitrogênio total no período das chuvas, fato que talvez pode estar relacionado com o aporte de matéria orgânica carregadas pela chuva para o corpo hídrico. Contudo, os valores medidos de nitrogênio total atendem à Resolução Conama (2,18 mg/L), indicando boa qualidade da água em relação a este parâmetro. Esteves (1998) explica que as principais fontes de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio ecossistema aquático.

**Gráfico 9** – Distribuição dos valores do nitrogênio total nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.



Para o oxigênio dissolvido (OD) o valor máximo obtido nas análises de água foi de 7,5 mg/L que ocorreu no período das chuvas no ponto de coleta 2, e o valor mínimo de 4,0 mg/L ocorreu no período de estiagem no ponto 4 (GRÁFICO 10). Em alguns pontos amostrados no período de estiagem os valores de OD não apresentaram concordância com o limite estabelecido pelo Conama 357/2005 o qual define uma faixa de  $\geq 5$  mg/L. Porém, para a atividade de piscicultura a concentração mínima de oxigênio recomendada deve ser  $\geq 4,0$  mg/L (ARANA, 1999).

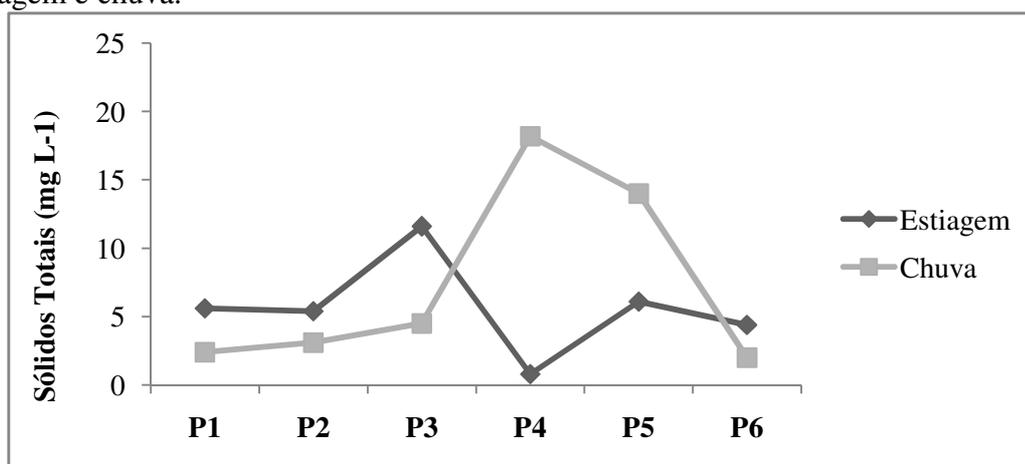
**Gráfico 10** – Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.



Ao realizar um estudo sobre a caracterização dos parâmetros físico-químicos do açude Pereira de Miranda, Amâncio *et al.*, (2004), constataram que as concentrações de oxigênio dissolvido deste manancial mantiveram-se adequadas para o desenvolvimento de organismos aquáticos, com exceção dos meses de julho e agosto (meses de estiagem). Já na sub-bacia do Córrego André em Mato Grosso, Barros *et al.*, (2011) encontraram valores muito inferiores de oxigênio dissolvido variando de 1,07 a 5,6 mg/L e concluíram que a água sofre um aporte contínuo de material orgânico biodegradável, com a conseqüente depleção dos níveis de oxigênio dissolvido.

O resíduo total ou sólido total é a matéria que permanece após a evaporação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Esses materiais aumentam a turbidez e diminuem a transparência da água e ao longo do tempo causam assoreamento. Os valores para sólidos dissolvidos totais (GRÁFICO 11) oscilaram de 0,8 a 11,6 mg/L no período de estiagem, e de 2,0 a 18,2 mg/L no período chuvoso. Estes resultados explicam os baixos valores de turbidez encontrados em todos os pontos amostrados, corroborando com Boyd; Tucker (1998 *apud* CICIGLIANO, 2009) que afirmam que os valores para sólidos totais devem ser inferiores a 30 mg/L, para o bom desenvolvimento de peixes em tanques-rede.

**Gráfico 11** – Distribuição dos valores de sólidos totais nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuva.

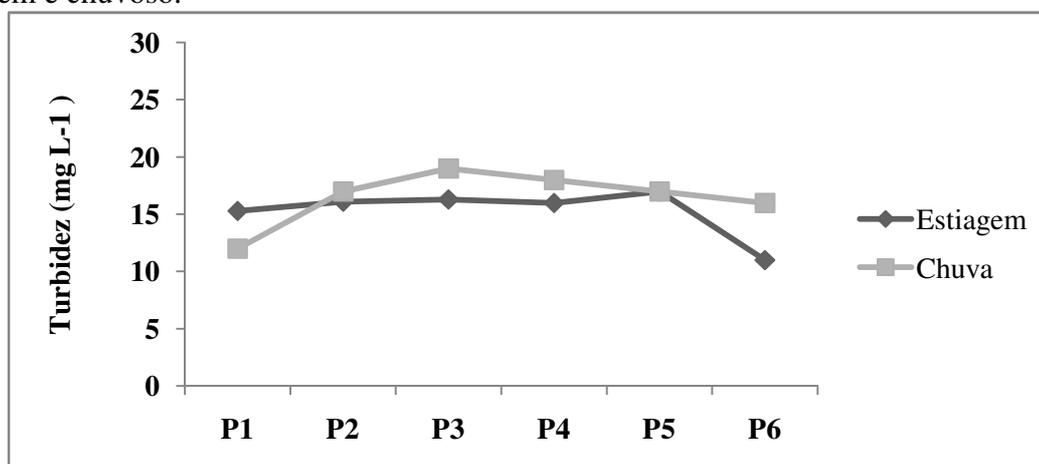


Moraes (2005) realizou na mesma área um estudo sobre análise dos aspectos ambientais e descobriu maiores concentrações de sólidos no período de estiagem (2,0 e 43,0 mg/L) que no período chuvoso, com variações entre 4,4 e 9,6 mg/L.

A turbidez da água variou de 11 a 19 UNT, valores inferiores que o limite aceitável, ou seja, em todos os pontos amostrados, os valores de turbidez obedeceram ao padrão estabelecido pela legislação vigente, estando abaixo de 100 UNT (GRÁFICO 12). Barros *et al.*, (2001) encontraram valores de turbidez na sub-bacia Córrego André, MS, variando de 4,3 a 83,2 UNT, porém dentro do limite estabelecido em relação ao padrão de qualidade.

A turbidez é um dos parâmetros mais importante nos estudos de qualidade da água devido a grande adsorção de substâncias tóxicas, tanto orgânicas como inorgânicas, às partículas coloidais e em suspensão. De acordo com Vilaginês (2003), em média 90% das substâncias tóxicas são adsorvidas por estas partículas.

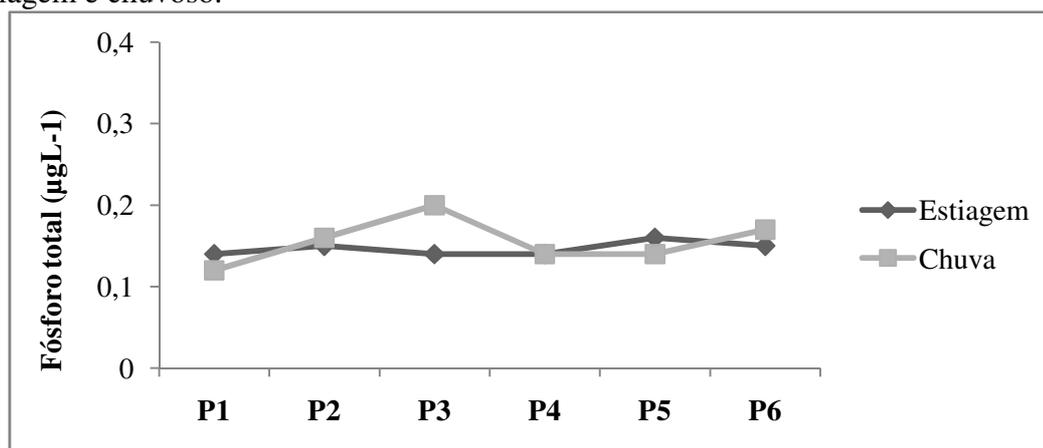
**Gráfico 12** – Distribuição dos valores de turbidez nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.



Quanto ao fósforo total (Figura 10) nenhum dos valores encontrados ao longo dos pontos estudados, atendeu ao padrão estabelecido aos teores de fósforo total pela Resolução Conama 357/05 ( $\leq 0,05$  mg/L), contudo, não foi verificada fontes pontuais de poluição antrópica como os esgotos domésticos ricos em compostos superfosfatados presentes em detergentes e matéria fecal.

Os valores mais altos do fósforo foram encontrados nas áreas de influência da atividade de piscicultura e no ponto de encontro das águas do rio Canindé e capitão Mor, como por exemplo, nos pontos P-3 (0,20) e P-6 (0,17). Logo, não se descarta a possibilidade de oscilações do teor de fósforo estar sendo ocasionado pelo fornecimento de ração aos peixes cultivados, uma vez que ao longo do açude verificam-se outras instalações de piscicultura. Além disso, pesquisas apontam que cerca de 30% da ração fornecida aos peixes é perdida para a água, acabando por contribuir para o incremento do fósforo no ambiente.

**Gráfico 13** – Distribuição dos valores de fósforo total nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.



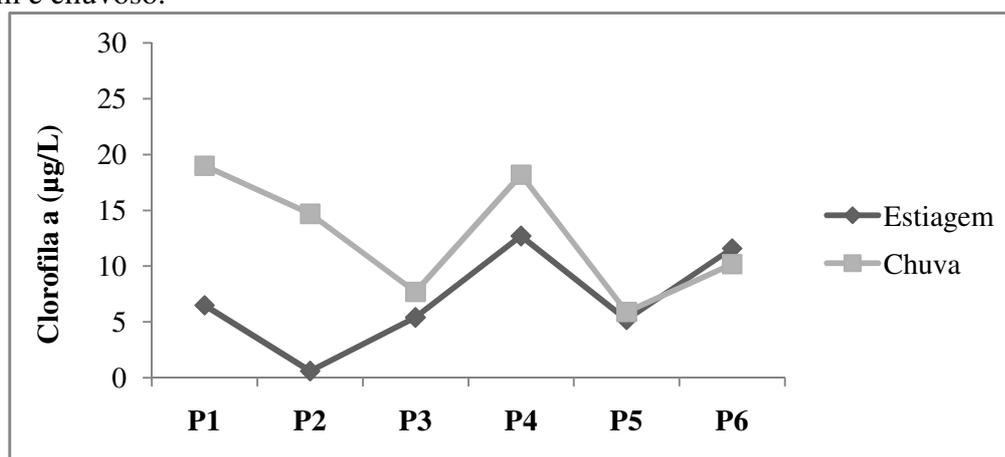
Outrossim, Wetzel (1993) defende que a variabilidade no comportamento do fósforo na coluna d'água está relacionada ao seu próprio ciclo biogeoquímico que, por sua vez, é fortemente influenciado por fatores ambientais como pluviosidade, temperatura, pH e atividades biológicas. Segundo Esteves (1998), o fósforo é um dos parâmetros mais importantes para a qualidade das águas, devido sua participação no metabolismo dos seres vivos, constituindo num dos principais fatores limitantes para a produtividade primária em ecossistemas aquáticos continentais.

A desconformidade dos resultados do fósforo com o estabelecido pela Resolução CONAMA pode também estar relacionado às características naturais do ambiente, já que as fontes naturais desse nutriente são as próprias rochas da bacia de drenagem onde a sua

liberação ocorre a partir da desagregação da forma cristalina dos minerais primários da rocha pela intemperização. Portanto, apenas os monitoramentos de longo prazo da qualidade da água em pontos à montante e à jusante das atividades de piscicultura podem contribuir para o esclarecimento da variabilidade no comportamento do fósforo.

Os valores encontrados de clorofila *a* oscilaram bastante durante o período estudado, como mostra a Gráfico 14, resultando em valores mínimo e máximo iguais a 0,6 e 18,2  $\mu\text{g/L}$  no ponto 2 (período de estiagem) e no ponto 4 (período de chuvas). A concentração desse pigmento é comumente utilizada em estudos limnológicos para estimar a biomassa fitoplanctônica de um corpo hídrico e o seu emprego nestes estudos se refere ao papel como um dos principais responsáveis pela fotossíntese, sendo, portanto, um valioso indicador do estado trófico de um ecossistema aquático.

**Gráfico 14** – Distribuição dos valores de Clorofila *a* nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.

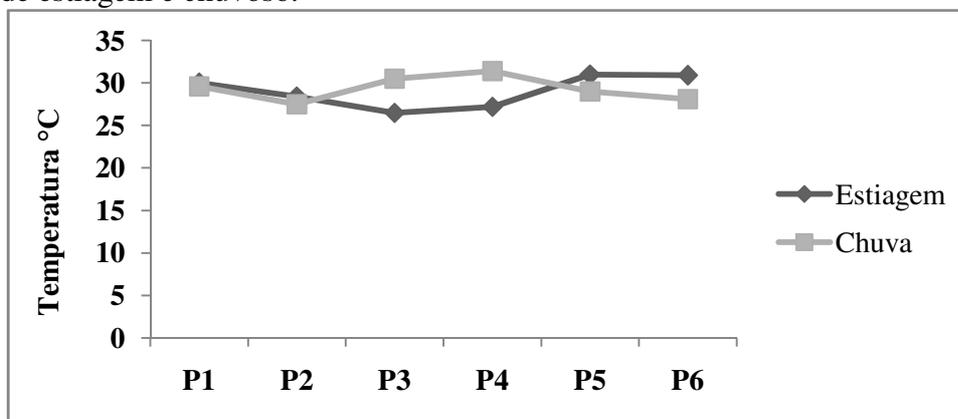


Oliveira (2009) realizou um estudo de qualidade ambiental deste mesmo reservatório por meio de índice do estado trófico, onde encontrou uma grande variação de clorofila *a* durante a série temporal proposta, oscilando de 0,7 a 48,5  $\mu\text{g/L}$ . O autor concluiu que a evolução da produtividade primária pode ser uma resposta da comunidade fitoplanctônica com a proximidade da parede do açude, que, por acumular as águas drenadas dos rios, aumenta o tempo de residência e por consequência o tempo de assimilação desses nutrientes disponíveis na água.

Com relação à temperatura da água (GRÁFICO 15), no período de estiagem os valores deste parâmetro variaram de 27,23 a 31,0  $^{\circ}\text{C}$ . Já no período chuvoso houve uma variação de 27,46 a 31,57 $^{\circ}\text{C}$ . A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, pois

todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano.

**Gráfico 15** – Distribuição dos valores da temperatura da água nos pontos estudados para os períodos de estiagem e chuvoso.



Valores semelhantes a estes também foram encontrados por Moraes (2005) no seu estudo sobre análises dos aspectos ambientais do mesmo açude. Gurgel e Fernando (1999) verificaram na mesma área de estudo a circulação da água da superfície ao fundo durante todo o ano, nunca se observando qualquer momento de estratificação térmica.

A elevada temperatura do ar e a intensa radiação solar durante todo o ano são responsáveis pelas elevadas temperaturas da água. As pequenas variações de temperatura, observado por Gurgel e Fernando (*op cit.*) entre as três camadas (superfície, meio e fundo) podem estar relacionadas a esses fatores e a ação dos ventos.

### 6.3.2 Classificação dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e do Estado Trófico médio (IET<sub>m</sub>) obtidos nos pontos estudados

Os valores dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das águas superficiais nos pontos estudados do açude Pereira de Miranda foram utilizados no cálculo do IQA para os períodos de dezembro/2011 e abril/2012. Foi feita uma comparação dos valores obtidos no cálculo com a classificação da qualidade das águas recomendada pela CETESB.

Analisando os valores do IQA para os dois períodos em que foram feitas as amostragens, verificou-se que as águas de quase todos os pontos estudados situam-se na categoria de classificação “boa” com exceção do ponto-1 que no período de estiagem foi classificado com “ótima” (TABELA 33).

**Tabela 29** – Valores do IQA estabelecidos pelos cálculos para os pontos estudados no decorrer da pesquisa.

Pontos	Estiagem		Chuva	
	IQA	Classificação	IQA	Classificação
1	81,78	Ótima	74,78	Boa
2	75,93	Boa	74,48	Boa
3	78,83	Boa	74,66	Boa
4	72,91	Boa	68,98	Boa
5	76,43	Boa	75,25	Boa
6	76,93	Boa	66,89	Boa
<b>IQA médio</b>	<b>77,14</b>	<b>Boa</b>	<b>72,50</b>	<b>Boa</b>

Quanto aos valores do IET<sub>M</sub> constatou-se que no período de estiagem as águas dos pontos P4 e P6 classificaram-se como “mesotrófico”, o que significa que há uma produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, porém em níveis aceitáveis, enquanto que os pontos restantes (P1, P2, P3 e P5) situaram-se dentro do grau de trofia “oligotrófico”, ou seja, existem baixas concentrações de nutrientes e pouca produtividade, logo, a qualidade da água não ocasiona prejuízo aos usos múltiplos do recurso. Já no período chuvoso, verificou-se, segundo os resultados obtidos nos cálculos, que as águas de todos os pontos analisados classificaram-se como “mesotrófico”.

Assim, seguindo o critério de classificação para estabelecer o grau de estado trófico, os pontos estudados não estariam eutrofizados, contudo vale ressaltar que as águas deste manancial são ligeiramente prejudicadas pelas águas pluviais durante a estação chuvosa, podendo, todavia, seguir uma tendência ao estado de eutrofização (TABELA 34).

**Tabela 30** – Valores do IET<sub>m</sub> estabelecidos pelos cálculos para os pontos estudados no decorrer da pesquisa.

Pontos	Estiagem		Chuva	
	IET <sub>m</sub>	Grau de trofia	IET <sub>m</sub>	Grau de trofia
1	42,55	Oligotrófico	49,13	Mesotrófico
2	37,50	Oligotrófico	51,60	Mesotrófico
3	42,50	Oligotrófico	49,88	Mesotrófico
4	44,70	Mesotrófico	50,86	Mesotrófico
5	43,50	Oligotrófico	52,23	Mesotrófico
6	44,75	Mesotrófico	50,35	Mesotrófico
<b>Média</b>	<b>42,58</b>	<b>Oligotrófico</b>	<b>50,67</b>	<b>Mesotrófico</b>

#### 6.4 Análise comparativa entre famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura

Nesta seção apresenta-se uma análise comparativa entre os grupos familiares quanto aos indicadores social, econômico e ambiental. Importante ressaltar que a análise foi realizada considerando-se apenas indicadores comuns aos dois grupos dado que a inclusão dos indicadores tecnológicos, qualidade da água e variáveis como a legislação ambiental, trabalho, renda e comercialização, seria um entrave metodológico na comparação dos grupos familiares, haja vista que esses indicadores não se aplicam às famílias não inseridas no projeto de piscicultura.

Analisando os resultados da Tabela 28, percebe-se que o indicador associação foi o que obteve a maior participação na composição do índice social (IS) entre as famílias inseridas no projeto com um valor absoluto igual a um (1), ou seja, 32,7%, o que indica um alto grau de envolvimento com a entidade na comunidade, tendo certa oscilação entre as famílias não inseridas. O indicador educação foi o que obteve pior resultado com apenas 0,375 (12,2%). Com relação ao grupo não inserido, o indicador com maior participação na composição do IS foi segurança alimentar com 38,1% seguido do indicador associação com 24,4%. Vale ressaltar a pior participação do indicador educação principalmente para as famílias não inseridas, fato que talvez esteja relacionado com a não participação deste grupo em nenhum curso de educação ambiental promovido na comunidade.

O IS calculado para os dois grupos familiares teve uma ligeira vantagem para os entrevistados inseridos que ficou com 0,613 contra 0,508 do grupo não inserido. Com estes resultados, observa-se que ambos os grupos apresentam um nível razoável de desenvolvimento social em relação aos indicadores estudados.

**Tabela 31** – Participação de indicadores individuais na composição do Índice Social (IS) das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.

Indicador	Famílias Inseridas		Famílias Não Inseridas	
	Valor Absoluto	Contribuição (%)	Valor Absoluto	Contribuição (%)
Educação	0,375	12,2	0,000	0,0
Habitação	0,563	18,4	0,500	19,7
Saúde	0,625	20,4	0,375	14,8
Associação	1,000	32,7	0,696	24,4
Segurança alimentar	0,500	16,3	0,969	38,1
<b>IS</b>	<b>0,613</b>	<b>100</b>	<b>0,508</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados relativos ao índice ambiental ( $I_A$ ) entre as famílias contaram com a participação dos indicadores saneamento e percepção ambiental apresentados na Tabela 29. Os resultados destacam o indicador percepção ambiental com maior contribuição na composição do índice ambiental para ambos os grupos familiares, cujos valores percentuais foram 57,9 e 58,08 %, respectivamente. Por outro lado, o indicador saneamento ambiental foi o que menos contribuiu ficando apenas com 0,500 para os dois grupos.

Assim, o índice ambiental calculado para as famílias inseridas (0,594) ficou muito próximo do índice calculado para as famílias não inseridas que foi de 0,596. Estes resultados mostram que as famílias apresentaram características muito homogêneas, apesar do grupo não inserido no projeto ser mais representativo na comunidade.

**Tabela 32** – Participação de indicadores individuais na composição do  $I_A$  das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.

Indicador	Famílias Inseridas		Famílias Não Inseridas	
	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)
Saneamento ambiental	0,500	42,1	0,500	41,92
Percepção ambiental	0,688	57,9	0,693	58,08
<b><math>I_A</math></b>	<b>0,594</b>	<b>100</b>	<b>0,596</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Paralelamente com o que foi constatado por Damasceno (2009) no estudo feito com agricultura familiar, as famílias beneficiadas e não beneficiadas pelo programa apresentaram o índice ambiental de 0,336 e 0,313, respectivamente, portanto, um nível muito baixo.

As informações pertinentes à participação dos indicadores na composição do índice econômico (IE) estão dispostas na Tabela 30. Comparando o índice econômico entre as famílias, observa-se que o indicador bens superou o indicador fundo rotativo em termos de participação nos dois grupos em comparação. O indicador bens duráveis atingiu nível alto de sustentabilidade entre as famílias inseridas e não inseridas (0,950 e 0,931), ficando mais próximo de 1. Já a variável fundo rotativo alcançou os valores 0,833 e 0,792 entre os grupos. A variação do valor deste indicador entre as famílias deve-se provavelmente ao aumento da inadimplência entre os grupos não inseridos verificado no pagamento dos créditos provenientes dos fundos da associação.

**Tabela 33** – Participação de indicadores individuais na composição do Índice Econômico (I<sub>E</sub>) das famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar.

Indicador	Famílias Inseridas		Famílias Não Inseridas	
	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)
Bens duráveis	0,950	53,3	0,931	54,1
Fundo Rotativo	0,833	46,7	0,792	45,9
<b>I<sub>E</sub></b>	<b>0,892</b>	<b>100</b>	<b>0,861</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar da variação do percentual dos indicadores na composição do IE, este não sofreu grandes alterações no resultado final, em que os valores calculados foram 0,892 e 0,861, figurando-se num grau de sustentabilidade excelente que apresenta o intervalo de 0,800 – 1, conforme a metodologia adotada para a pesquisa.

Desse modo, os valores dos índices encontrados para as famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada, podem ser vistos na Tabela 31. Estimulados pelas variáveis bens duráveis e fundo rotativo solidário, o índice econômico foi o que teve maior pontuação e, conseqüentemente, mais próximo de sustentabilidade entre as famílias na comunidade.

**Tabela 34** – Valores dos índices calculados para as famílias inseridas e não inseridas no projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada.

Índices	Valor Calculado		Teste <i>t</i> de Student	
	Inseridas	Não Inseridas	Estatística	Significância
Índice Social (I <sub>S</sub> )	0,613	0,508	2,573	0,014*
Índice Ambiental (I <sub>A</sub> )	0,594	0,596	0,490	0,627
Índice Econômico (I <sub>E</sub> )	0,892	0,861	0,067	0,947

Fonte: Dados da pesquisa

\* Significativa a 5%

Como observado na tabela acima, só foi verificada a diferença estatisticamente significativa entre as famílias inseridas e não inseridas na dimensão social do desenvolvimento, ou seja, as famílias inseridas no projeto de piscicultura apresentam um padrão de desenvolvimento social um pouco acima das famílias não inseridas no projeto, levando em consideração os indicadores utilizados no estudo para efeitos de comparação. Em termos ambientais e econômicos, os resultados do teste mostram que não houve diferença significativa entre as famílias nestes quesitos.

## 6.5 Sustentabilidade do projeto

Como o objetivo da pesquisa foi avaliar o grau de sustentabilidade em que se encontra o projeto de piscicultura familiar na comunidade de Malhada, os valores obtidos de cada índice ou escopo permitiram a classificação do objeto do estudo nos diferentes níveis de sustentabilidade.

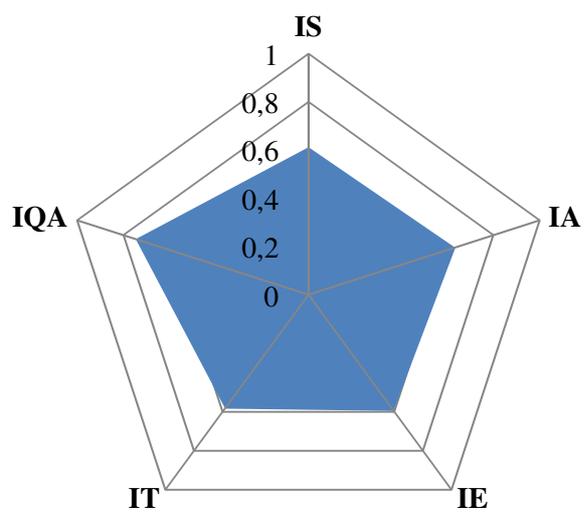
Tomando como base essas informações pode-se observar que todas as dimensões são caracterizadas em graus de sustentabilidade média, com exceção da dimensão qualidade da água que assume o grau de sustentabilidade boa, sendo 0,634 o valor do índice de sustentabilidade calculado conforme mostra a Tabela 35, abaixo:

**Tabela 35** – Índices calculados e grau de sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar da comunidade de Malhada.

DIMENSÕES	ÍNDICES	VALOR CALCULADO	GRAU DE SUSTENTABILIDADE
Social	I <sub>S</sub>	0,613	Média
Ambiental	I <sub>A</sub>	0,635	Média
Econômico	I <sub>E</sub>	0,594	Média
Tecnológico	I <sub>T</sub>	0,583	Média
Qualidade da água	I <sub>QA</sub>	0,748	Boa
<b>ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>IS</b>	<b>0,634</b>	<b>Média</b>

Estes resultados podem ser mais bem visualizados por meio de gráfico de radar (GRÁFICO 16). Nesta figura é possível observar que quanto mais próximo o gráfico estiver da borda superior melhor é a condição do índice, ou seja, quanto mais próximo de 1, melhor o índice. Logo, nota-se que o IQA foi o que melhor contribuiu na avaliação do projeto, assumindo o grau de sustentabilidade “boa” de acordo com a classificação, enquanto a menor contribuição foi atribuída ao índice tecnológico.

**Gráfico 16** – Índices de Sustentabilidade do projeto.



## 6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável é algo ainda sem consenso dentro da academia tendo como uma das ferramentas de avaliação, os indicadores de sustentabilidade. Enquanto isso, esforços são conjugados por meio de ações que visem contribuir para a efetividade de se alcançar o desenvolvimento sustentável que o mundo tanto almeja. Este trabalho procurou abordar os principais fatores que contribuem para a sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar da comunidade de Malhada e se une a outros já realizados na busca de aperfeiçoamento rumo a caminhos que levem a uma sociedade cada vez mais sustentável.

O perfil socioeconômico da comunidade de Malhada varia de acordo com a atividade adotada, sendo semelhante entre os agricultores que em meio a diversas outras atividades de sua propriedade, realizavam cultivo de milho e feijão, artesanato, horticultura e apicultura, grupo composto por pescadores que utilizavam o manancial para realizar práticas de piscicultura em tanques-rede. As famílias apresentam o nível de instrução muito baixo, sendo apontado como um dos principais fatores que restringe o crescimento das atividades produtivas e conseqüentemente o aumento da renda. Entre outros fatores sobre o perfil da comunidade destaca-se o abandono da comunidade por parte da população mais jovem, apesar de ser constatado o elevado grau de relacionamentos conjugais estáveis e duradouros.

Comparativamente só foi verificada diferença significativa entre os grupos familiares na dimensão social do desenvolvimento, ou seja, as famílias inseridas no projeto de piscicultura apresentam um padrão de desenvolvimento social um pouco acima das famílias não inseridas no projeto, levando em consideração os aspectos socioeconômico e ambiental.

Dentro do objetivo geral proposto, as dimensões social, ambiental, econômico e tecnológico mostraram, de uma maneira geral, estar em um grau de sustentabilidade médio. Isso significa que estes escopos requerem políticas e ações mais eficazes com intuito de se alcançar cada vez mais uma sustentabilidade forte que se busca, apesar de não existir um estado fixo de sustentabilidade.

Quanto à qualidade da água, foram consideradas as informações relacionadas às condições físicas, químicas e bacteriológicas da água, essenciais para uma avaliação mais holística quando se busca a sustentabilidade na atividade de piscicultura. O índice de qualidade da água indica um grau de sustentabilidade boa. Considerando todos os aspectos avaliados, o projeto de piscicultura foi avaliado como de média sustentabilidade.

A piscicultura familiar na comunidade de Malhada se apresentou como uma atividade de sustentabilidade média. Por ser uma atividade que gera ocupação e renda para as famílias, necessita de um acompanhamento especial dos aspectos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos desta atividade por parte dos órgãos competentes, considerando as limitações do piscicultor familiar em prol do desenvolvimento sustentável do semiárido. Caberia aqui ressaltar a importância de formulação e implementação de políticas públicas como, por exemplo, ações de financiamento de projetos e linhas de crédito que atingem realmente as populações dessas áreas, proporcionando maior inclusão social rumo ao desenvolvimento sustentável.

Contudo, este trabalho não esgota as discussões em torno de sustentabilidade de um projeto de piscicultura familiar e nem apresenta um esboço único a ser seguido como no caso específico da comunidade rural de Malhada. Porém, apresenta um esforço metodológico a partir da experiência empírica do lugar estudado, sistematizada e apresentada como uma alternativa ao desenvolvimento sustentável de comunidades rurais, levando em consideração a realidade socioeconômica de cada território.

## REFERÊNCIAS

- ALBINATI, R. C. B. Aquicultura em pequenos açudes no semiárido. **Revista**. Bahia Agrícola, v.7, n.2, abr. Salvador: 2006. p. 66 – 72.
- AMANCIO, A. L. L.; FARIAS, W. R. L. e SILVA NETO, A.R. da. Balanço de nutrientes da água do açude Pentecoste (Pentecoste, Ceará, Brasil) no período de março a dezembro de 2004. **Revista** Ciência Agronômica, Revista Ciência Agronômica, Vol. 35, Nº.2, jul.-dez., 2004: 340 – 348 p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Programa nacional de avaliação da qualidade das águas – PNQA**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/default.aspx>> portal da qualidade das águas. 2009.
- APHA/AWWA/WEF – American Public Health Association ; American Water Works Association ; Water Environmental Federation. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>th</sup> ed. Washington: 2005.
- ARANA, L. V. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável**: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira. Ed. da UFSC. 1999. 310 p.
- ARAÚJO, J. S. de; SÁ, M. de F. F. de. Sustentabilidade da piscicultura no baixo Jaguaribe no São Francisco alagoano... **Ambiente & Sociedade**. Campinas, 2008. v. XI, n. 2 p.405 – 424.
- AYROZA, D. M. M. de R.; FURLANETO, F. de P. B.; AYROZA, L. M. da S. Regularização de projetos de piscicultura no estado de São Paulo. **Revista** Tecnologia & Inovação Agropecuária. São Paulo, 2008. pág. 33 – 43.
- BAPTISTA, S. G.; CUNHA, M. B. (2007). Estudos de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados. **Revista**: Perspectivas em ciências da informação. 2007. v. 12, n. 2. P. 168 – 184.
- BARROS, R. V. G; Souza, H. M. de L.; Souza, C. A. de. **Determinação do índice de qualidade da água (IQA) na sub-bacia do córrego André em mirassol d’oeste, Mato Grosso**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, 2011. v. 8, n. 3, p.138 – 153.
- BELLEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Revista Ambiente & Sociedade**. Campinas, SP. 2011. v. 7 n.1, jan/jun. 2003. Pág. 67 – 98.
- \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento Sustentável**: Uma descrição das principais ferramentas de avaliação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 1, jan./jun. 2004. Pág. 67 – 88.
- \_\_\_\_\_. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005.
- BERTALANFFY, L. V. The history and status of general systems theory. **The academy of management journal**. Vol. 15. No. 4, General systems Theory. New York, Dec. 1972. p. 407 – 426.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. **Anais**. v.1., Recife, 2 a 6 de novembro de 1998. p. 437 – 447.

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. A Report To The Balaton Group. International Institute for Sustainable Development. Canadá. 1999. 138 p.

BOULANGER, P.M. **Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue**. Institut pour un Développement Durable, 7 rue des Fusillés, 1340 Ottignies, Belgium, 2008. Pág. 45 – 59.

BRANDÃO, R. L. **Sistema de informações para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza** – Projeto SINFOR. CPRM. Fortaleza, 1995. 105p. il.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Agrário – MDA. **PIB da agricultura familiar: Brasil – Estados**. Brasília, 2007. 171 p.

\_\_\_\_\_. Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 440 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Ações prioritárias/Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2ª ed. Brasília, 2004. 158 p.

\_\_\_\_\_. Ministério de Meio Ambiente – MMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 28/11/2012. pág. 58 – 63.

\_\_\_\_\_. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. **Licenciamento ambiental da aquicultura: critérios e procedimentos**. Brasília – DF, 2011. 43 p.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/ecosolidaria/fomento-a-financas-solidarias-com-base-em-bancos-comunitarios-e-fundos-solidarios.htm>>. Acesso em: 18/08/2012.

\_\_\_\_\_. **Agenda 21**. Versão eletrônica. 1.1. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Executiva – Projeto PNUD BRA/94/016 – Programas prioritários e informática MTC/MMA. 1992.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico rural participativo: um guia prático**. Secretaria de Agricultura Familiar. Brasília, 2006. 61 p.

\_\_\_\_\_. PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SA-24/25 Jaguaribe/Natal. v. 23. MME-SG: Rio de Janeiro, 1982, 744 p.

BUCKUP, P. A. A piscicultura de espécies exóticas e problemas ecológicos. **Natureza em Revista** v. 2. 1981. Pág. 20 – 23.

CARNEIRO, M. H. **A sustentabilidade das atividades de aquicultura e pesca**. Instituto de Pesca/APTA/SAA. São Paulo, 2000. Sér. Relat. Téc. N. 03. 63 p.

CAMARGO, A. L. de B. **As dimensões e os desafios do desenvolvimento sustentável: concepções, entraves e implicações à sociedade humana.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. 198 p.

CARVALHO, O. **Desenvolvimento sustentável, meio ambiente e mercados.** [s.n.]. Fortaleza, 1996. 37 p.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** Recife, 1998. 428 p.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (Planerh).** Fortaleza: SRH, 1992.

\_\_\_\_\_. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Curu / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos –** Fortaleza: INESP, 2009. v. 4. 113p. : il.

CICIGLIANO, G. D. **Avaliação da qualidade da água em piscicultura com sistema de cultivo em tanques-rede no município de Santa Fé do sul-SP.** 2009. (Dissertação) Mestrado em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, 2009.

CLAIN, N. **Les indicateurs de développement durable en agriculture, aspects écologiques et environnementaux.** Paris: Université de Paris, 1997. Relatório de estágio. 101p.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum.** 2ª ed. Tradução de Our common future. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 226 p.

DAMASCENO, N. P. **O impacto do PRONAF sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009. 134 p.

DANKHE, O. L. (1986). **Investigación y comunicación, en C. Fernández – “La comunicación humana: ciência social”** México, D. F: McGrawhill de México. Capítulo 13, p. 38 – 454.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. **Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, 2002. v.3, n.4, out./dez. p.44 – 52.

EDWARDS, P.; DEMAINE, H. 1997. **Rural aquaculture:** Overview and framework for country reviews. Regional Office for Asia and the Pacific Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok, Thailand, 1997.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 84f.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. Rome, FAO. 1995. 41 p.

FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J. de.; PELISSARI, V. B.; FERNANDES S. T. **Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas as áreas educacional, social e ambiental**. 15 pág. [s.d.].

FERNANDO, C.H.; GURGEL, J.J.S. Fisheries in semi-arid Northeast Brazil with special reference on the role of tilapias. **International revue der hydrobiologie**, n. 79. P. 77 – 94. 1994.

FONSECA, J.S.; MARTINS, G. de A.; TOLEDO, G.L. **Estatística Aplicada**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1985.

GALLOPÍN, G. C. ; FUNTOWICZ, S. O’CONNOR, M. ; AND RAVETZ, J. (2001). **“Science for the 21st Century: from Social Contract to the Scientific Core”**. Int. Journal Social Science 168: Pág. 219 – 229.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999. 207 p.

GORAYEB, A.; GOMES, R. B.; ARAÚJO, L. F. P.; SOUZA, M. J. N.; ROSA, M. F.; FIGUEIREDO, M. C. B. **Aspectos ambientais e qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio curu – Ceará – Brasil**. *Revista Holos Environment* v 7. n. 2. 2007.

GOMES, D. F. **Estudo hidroquímico, isotópico e da dinâmica do nível estático das águas subterrâneas e superficiais da região de Limoeiro do Norte baixo Jaguaribe-Ceará**. Fortaleza: Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, 2005. 218p.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. 1983. **Methods of seawater analysis**. Second revised and extended edition. 1983. 419 p.

GURGEL, J. J. S.; FERNANDO, C. H. Caracterização limnológica da grande bacia hidrográfica do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, Recife. **Anais...** Recife: AEP/PE, FAEP/BR, 1999, v.1, p.424-432.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal**. 18 p. 2011.

JEFFMAN, J.; MARQUES, R. V. Princípios de conservação ambiental que necessitam ser respeitados para que seja possível uma real sustentabilidade da atividade de aquicultura. **Rev. Cent. Cienc. Admin.**, v.9, n.2, Fortaleza, 2003. p. 1 – 25.

KHAN, A. S. (Org.) **Evolução dos indicadores socioeconômicos das famílias beneficiadas pelo São José**. Secretaria do Desenvolvimento Local e Regional. Fortaleza, 2006.

KIMPARA J. M. ; ZADJBAND, A. D. ; VALENTI, W. C. **Medindo a sustentabilidade na aquicultura**. Boletim ablimno n° 38 (vol. 2). 2010. Pág. 1 – 13.

KUBITZA, F.; ONO, E. A. Piscicultura familiar: uma ferramenta para a segurança alimentar. **Rev. Panorama de aquicultura**. 2010. v. 20. nº 117. p. 14 – 23.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d' água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada. Universidade de São Paulo, 2004.

LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2. Ed. São Paulo: Harbra, 1987.

LIMA, O. A. L. Geossistemas e recursos hídricos: água subterrânea no Estado da Bahia. **Bahia Análise & Dados**, v.13. Especial, p.391 – 402. 2003.

LIMA, A. J. B.; COSTA, G. R. L. X.; SOARES, L. P. C. 2007. **Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) nos reservatórios...** Universidade Federal do Rio Grande do Norte/ Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte. **Anais...** VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007.

MANZONI, J. D. M. **Estratégias de transição para o ecodesenvolvimento da Ilha dos Marinheiros (Rio Grande/RS): uma abordagem sob a ótica de Ignacy Sachs**. (Dissertação) Mestrado em Educação Ambiental e Manejo Costeiro Integrado. Rio Grande. FURG. 2005.

\_\_\_\_\_. **Estratégias metodológicas no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para análise do modelo agrícola de pequena escala dos entornos do estuário da lagoa dos patos (Rio Grande-RS)**, 2006. P.1 – 11.

MARENGONI, N. G.; BUENO, G. W.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Desempenho produtivo e viabilidade econômica de juvenis de tilápia-do-Nilo... **Rev. Bras. Saúde Prod.** n. 2, vol. 9, 2008. p. 341 – 349.

MARINHO, C. F. C. E.; MONTEIRO, A. S.; ALMEIDA, H. A. de. **Perfil socioeconômico e ambiental das comunidades que circundam a microbacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa**. XIX ENGA, São Paulo, 2009, p. 1–17.

MARTINEZ-ESPINOSA, M. **From myth to reality**. FAO Aquaculture Newsletter. No. 2. 1992.

\_\_\_\_\_. **Entre la acuicultura de los “mas pobres” y la de los “menos pobres”**. Proyecto AQUILA. Doc. de Campo N° 21. 1994.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, 2000. v.17, n.1, p.41 – 59.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 24ª. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

\_\_\_\_\_. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 23ª. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

MORAES, L. L. de. **Análise dos aspectos ambientais do açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste, Estado do Ceará.** 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005. 87 p.

NASCIMENTO, S. C. O. do. **Avaliação da sustentabilidade do projeto de Piscicultura Curupati-Peixe no açude Castanhão, Jaguaribe-Ce.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. 127 f.

NETO, W. J. S. **Síntese que organiza o olhar:** uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação... Dissertação (Mestrado) em Estudos populacionais e pesquisas sociais. Rio de Janeiro, 2006.

NOSSO FUTURO COMUM. **Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.** 2ª edição. Editora da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 1991. 226 p.

OLIVEIRA, R. R. A. **Estudo da qualidade ambiental do reservatório pentecoste por meio do índice de estado trófico modificado.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. 140 p.

OMS – Organização Mundial de Saúde. **Water and Sanitation** – fact sheet number 112 (<http://www.who.int/inf-fs/en/fact112.html>) – OMS, 2001.

ORMOND, J. G. P. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais.** Rio de Janeiro: BNDES, 2004. 292 p.

OSTRENSKY, A.; BORGUHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer.** Brasília, 2008. 276 p.: il.

PEIXOTO, M. **Extensão rural no Brasil – uma abordagem histórica da legislação.** Brasília, outubro / 2008. 50 p.

Pires, I. J. B. **A pesquisa sob o enfoque da Estatística.** Fortaleza: BNB, 2006.166p.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para el Medio Ambiente. Escritório Regional para América Latina e o Caribe, 2004, México. D. F. **Geo América Latina e o Caribe**, 2004. v.2 181 p.

RABELO, L. S. **Indicadores de sustentabilidade:** uma sequência metodológica para a mensuração do progresso ao desenvolvimento sustentável. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. 170 f.

RABELO, L. S. ; LIMA, P.V.P.S. **Indicadores de sustentabilidade:** a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. REDE – Revista eletrônica do Prodema. V. 1, n.1. Fortaleza, 2007. Pág. 55 – 76.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de sustentabilidade:** a possibilidade de desenvolvimento sustentável. Fortaleza: Prodema, UFC, 2008. 126 p.: il.

SACHS, I. **Estratégias de Transição para o Século XXI - Desenvolvimento e Meio Ambiente.** São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. **Água e desenvolvimento sustentável**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs). **Águas doces do Brasil: Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo 2002. p.39 – 61. SÃO PAULO. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Série de relatórios**. CETESB, São Paulo, 2004. v.1: 307 p.

\_\_\_\_\_. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, São Paulo: CETESB. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Série de relatórios**. CETESB, São Paulo, 2006. v.1: 327 p.

\_\_\_\_\_. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo, 2007. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Série de relatórios**. CETESB, São Paulo, 2007. 537 p.

SILVA, J. W. B. A Piscicultura no Estado do Ceará. **Anais** do primeiro congresso nordestino de produção animal. Fortaleza, 06-11 de dezembro de 1998, p. 355 – 367.

SILVA, S. M. O. da. **Sustentabilidade do programa de peixamento do Governo do estado do Ceará em coleções de águas públicas**. Fortaleza, 2011. Dissertação (Mestrado) em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará. 2011. 85 p.

SIMÕES, F. dos S.; YABE, M. J. dos S.; Moreira A. B. ; Bisinoti, M. C. Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em assis e cândido mota... Londrina - PR, Brasil. 2007. **Revista Quim. Nova**, vol. 30, No. 8, 2007. pág.1835 – 1841.

SOUZA JÚNIOR, V. B. de. **Piscicultura em módulos associativos no estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia de Pesca. Fortaleza, 2009.84 f.

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

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12º, 2002. Vila Real, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais...** 2002. p.111-118.

VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; ZAJDBAND, A. D. 2010. Métodos para medir a sustentabilidade da aquicultura. **Panorama da Aquicultura**, p. 28 – 33.

VEIGA, J. E. da. **Cidades imaginárias – o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

\_\_\_\_\_. Indicadores de sustentabilidade. **Revista de Economia Política**, São Paulo, fev. 2010. p. 39 – 52.

VILAGINÈS, R. **Eau, environnement et santé publique**. Introduction à l'hydrologie, 2ª edição. 2003. 198p.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água dos rios.**  
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais;  
Belo Horizonte, 2007. 588 p.

WCED. World Comission on Environment and Development. **Our Commom Future.**  
Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

WETZEL, R.G. **Limnologia.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2003. 919 p.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A – Roteiro de entrevista semiestruturada aplicada às famílias inseridas e não inseridas no Projeto de Piscicultura Familiar na comunidade de Malhada – Pentecoste – CE.**

**ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE O PERFIL SOCIOECONÔMICO, AMBIENTAL E TECNOLÓGICO DAS FAMÍLIAS INSERIDAS E NÃO INSERIDAS NO PROJETO DE PISCICULTURA.**

Questionário n°: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/2012

Identificação

1. Sexo:  Masculino  Feminino

2. Idade \_\_\_\_\_

3. Nível de escolaridade:

( ) Nunca estudou ( ) Ensino Fundamental Incompleto

( ) E.F.C. ( ) Ensino Médio Incompleto ( ) E.M.C. ( ) Ensino Superior

4. Qual seu estado civil? ( ) Solteiro ( ) Casado ( ) Viúvo ( ) Outro

5. Tem filhos? ( ) Sim ( ) Não Quantos? \_\_\_\_\_

6. Quantas pessoas moram na sua casa? \_\_\_\_\_

7. Quantas pessoas dependem de sua renda? \_\_\_\_\_

8. Trabalha apenas com a piscicultura? ( ) Sim ( ) Não

Qual (ais) outra (s) atividade (s)? \_\_\_\_\_

9. Há quanto tempo trabalha com a piscicultura? \_\_\_\_\_ anos.

10. Qual atividade exercia antes?

( ) pescador ( ) agricultor ( ) comerciante ( ) funcionário público ( ) Outra \_\_\_\_\_

## Aspectos Sociais

INDICADOR		
Educação	O projeto proporcionou de alguma forma uma melhoria no acesso à educação da sua família? Não 0 Sim 1 Se a resposta for sim, de que forma?	
	Participou de algum curso de educação ambiental antes do projeto? Não 0 Sim 1	
	Participou de algum curso de educação ambiental depois da implantação do projeto? Não 0 Sim 1	
	Habitação	Fez algum tipo de reforma em sua casa antes do projeto de piscicultura? Não 0 Sim 1
		Fez algum tipo de reforma em sua casa depois que passou a trabalhar na piscicultura Não 0 Sim 1
		Sua casa possui energia elétrica? Não 0 Sim 1 Qual tipo de energia utiliza?
Saúde	Tem acesso a agentes municipais de saúde na sua localidade? Não 0 Sim 1	
	Considera os serviços de saúde prestados na sua localidade satisfatórios? Não 0 Sim 1	
	Com o projeto houve mudanças na qualidade da sua saúde? Não 0 Sim 1	
Associação	É filiada a associação da comunidade? Não 0 Sim 1 Se não, por quê?	
	Filiação é motivada pelo surgimento do projeto? Não 0 Sim 1	

	Participa das reuniões promovidas pela associação?	
	Não	0
	Sim	1
	A associação é benéfica para a comunidade?	
	Não	0
	Sim	1
	Todas as decisões da associação são apreciadas e aprovadas em reuniões?	
	Não	0
	Sim	1
	Participa da escolha dos líderes da associação?	
	Não	0
	Sim	1
	As decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela diretoria?	
	Não	0
	Sim	1
	Os investimentos que a associação realiza são submetidos e aprovados nas reuniões?	
	Não	0
	Sim	1
Segurança Alimentar	Todas as famílias da comunidade se beneficiam da parte da produção do projeto para sua alimentação?	
	Não	0
	Sim	1
	Caso não, por quê?	
Segurança Alimentar	O peixe apresenta a qualidade necessária para uma vida ativa e saudável?	
	Não	0
	Sim	1

## Aspectos Ambientais

INDICADOR		
Saneamento básico	Qual o destino dado aos dejetos humanos e esgotos?	
	a) Jogado a céu aberto ou enterrado	0
	b) Levado à fossa	1
	c) Rede de esgoto	2
	Existe algum tratamento para a água do consumo humano?	
	Não	0
Sim	1	
Como ?		
Percepção ambiental	Qual o destino dado ao lixo domiciliar?	
	a) Jogado ao solo, queimado ou enterrado	0
	b) Recolhido através de coleta domiciliar	1
	Acha importante preservar o meio ambiente?	
	Não	0
	Sim	1
Por quê?		
Cumprimento da legislação ambiental	O envolvimento com o projeto de piscicultura melhorou a sua consciência ambiental?	
	Não	0
	Sim	1
	Como?	
	Qual o seu grau de preocupação com o meio ambiente?	
	a) Nenhuma preocupação	0
b) Pouco preocupado	1	
c) Muito preocupado	2	
Cumprimento da legislação ambiental	Você e sua família adotam alguma medida para conservar as matas ciliares no entorno do açude?	
	Não	0
	Sim	1
	Caso sim, qual?	
	A implantação da piscicultura encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental?	
	Não	0
Sim	1	
Caso não, por quê?		
Cumprimento da legislação ambiental	A regularização ambiental da piscicultura é boa para o meio ambiente?	
	Não	0
	Sim	1
	Por que?	
	A regularização ambiental da piscicultura é boa para o produtor?	
	Não	0
Sim	1	
Por que?		

	São usadas espécies permitidas pela lei na produção?	
	Não	0
	Sim	1
	Caso não, por quê?	

## Aspectos econômicos

INDICADOR	
Trabalho	Está satisfeito com sua atividade como piscicultor (em relação à atividade exercida anteriormente)? Não 0 Sim 1 Por quê?
	Expectativa de continuidade na atividade? Não 0 Sim 1 Por quê?
	Expectativa de inserção dos filhos na atividade? Não 0 Sim 1 Por quê?
	Sua renda familiar depende apenas da atividade de piscicultura? Não 0 Sim 1 Caso não, qual a outra fonte de renda?
	Com a chegada do projeto de piscicultura, como ficou a sua renda? a) Diminuiu 0 b) Permaneceu igual 1 a) Aumentou 2
	Sua atual renda melhorou a qualidade de vida da sua família? Não 0 Sim 1
Comercialização	Existem infraestruturas de apoio à comercialização do pescado? Não 0 Sim 1
	Para quem o produto é comercializado? a) Consumidor local 0 b) Mercado municipal (feiras, restaurantes, entre outros) 1 c) Empresas de beneficiamento, governos municipal, estadual ou federal 2
	Sua casa tem televisão? Não 0 Sim 1
Bens duráveis	Sua casa tem rádio? Não 0 Sim 1
	Possui geladeira para conservar alimentos? Não 0 Sim 1

	Usa fogão a gás para preparar alimento?	
	Não	0
	Sim	1
	Possui um telefone celular?	
	Não	0
	Sim	1
Fundo Rotativo Solidário	O fundo rotativo traz benefícios para a comunidade?	
	Não	0
	Sim	1
	Quais?	
	Você já beneficiou deste fundo?	
	Não	0
	Sim	1
De que maneira?		
Você costuma pagar as parcelas em dia quando beneficiar deste crédito?		
Não	0	
Sim	1	
Se não, por quê?		
Em quê você já aplicou este crédito?		

## Aspectos tecnológicos

INDICADOR		
Assistência Técnica	O projeto de piscicultura contou com algum tipo de assistência técnica no início? Não 0 Sim 1 Caso não, por quê?	
	O projeto de piscicultura conta com algum tipo de assistência técnica atualmente? Não 0 Sim 1 Se não, por quê?	
	A tecnologia utilizada é adequada para a produção de peixes? Não 0 Sim 1	
	O período estipulado para a produção por ciclo é suficiente? Não 0 Sim 1	
	Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos facilmente? Não 0 Sim 1 Caso não, por quê?	
	Capacitação	Como aprendeu a técnica de produção de peixes? Sozinho 0 Curso de capacitação 1
		A técnica apresenta muitas dificuldades no processo de produção? Não 0 Sim 1 Quais?
		Sistemas de produção
	O tipo de sistema utilizado na produção é tecnologicamente seguro? Não 0 Sim 1 Por quê?	

**APÊNDICE B – Roteiro da entrevista aplicada ao Presidente da Associação da Comunidade de Malhada – Pentecoste – CE.**

Data: ___/___/___	
Nome do Entrevistado: _____ (Presidente da associação)	
Informações sobre a associação	1. Quando foi fundada a associação? _____/_____/_____
	2. Quais os principais motivos que levaram a sua fundação? _____
	3. Quais as atividades desenvolvidas na associação? _____
	4. Existem quantos piscicultores associados? _____
	5. Todos estão trabalhando no cultivo? ( ) Não ( ) Sim
	5.1 Se não, por qual motivo? _____
	6. Quantas pessoas compõem a diretoria da associação? _____
	7. Como essas pessoas são escolhidas? _____
	8. Quanto tempo essas pessoas permanecem na associação? _____
	9. A associação possui regimento ( ) ou estatuto ( )?
10. A associação possui que tipo de instrumento de registro? ( ) Nenhum ( ) Computador ( ) Ata de reunião ( ) Livro de frequência ( ) Livro ou caderno de registro	
Questões Financeiras e Institucionais	11. Existe algum tipo de assistência governamental ou não governamental sendo prestada à associação? ( ) Sim ( ) Não
	11.1. Caso a resposta seja “Sim”, qual (is) instituição (s)? _____
	11.2. Que tipo de assistência vem sendo prestada? ( ) Financeira ( ) Social ( ) Técnica ( ) Outra
	12. A associação recebe algum tipo de recurso financeiro para o desenvolvimento da piscicultura? ( ) Sim ( ) Não
	12.1. Caso a resposta seja “Sim”, de que instituição (s)? _____
	13. Existe algum de tipo de organização de tarefas na produção de peixe? ( ) Sim ( ) Não
Conflitos de Uso	14. Quais as responsabilidades e obrigações de cada piscicultor? _____
	15. Como são distribuídos os benefícios entre os associados? _____
	16. Existe algum tipo de problema ou conflito em relação à piscicultura? ( ) Sim ( ) Não Se a resposta for “sim”, qual (is)? _____
	17. Com relação à segurança do cultivo:
	17.1. Já ocorreu algum roubo? ( ) Sim ( ) Não 17.2. Já ocorreu a destruição das estruturas do cultivo? ( ) Sim ( ) Não 17.3. Existem pessoas responsáveis pela segurança do cultivo? ( ) Sim ( ) Não
	18. Qual o sistema de produção utilizado? _____

<p>Caracterização da produção</p>	<p>19. Qual (is) espécie (s) é (são) cultivadas? _____</p> <p>20. Qual o número de estruturas atualmente? E qual a meta a ser atingida? _____</p> <p>21. Qual a densidade de peixes por estrutura? _____ peixes/gaiola</p> <p>22. Qual a área total do cultivo? _____ m<sup>2</sup></p> <p>23. Qual a capacidade total de produção? _____ Toneladas</p> <p>24. De onde são obtidos os alevinos? _____</p> <p>25. Qual o peso comercial? _____</p> <p>26. Quanto tempo os peixes levam para atingir o peso comercial? _____ meses</p> <p>27. Qual o custo de produção? _____</p> <p>28. Quanto é obtido, em real, (em média) por quilo de peixe? _____ (R\$/quilo).</p> <p>29. Para quem é feita a comercialização do peixe? ( ) Consumidor local ( ) Restaurantes locais ( ) Empresas de beneficiamento ( ) Prefeitura ( ) Intermediário (atravessador) ( ) exportação ( ) Outro</p> <p>30. Como é feita a venda da produção? _____</p> <p>31. O pescado sofre algum tipo de beneficiamento antes da venda? ( ) Nenhum ( ) Congelamento ( ) Evisceração ( ) Refrigeração ( ) pré-cozimento ( ) outro</p>
<p>Informações sobre a comunidade</p>	<p>32. Quais os serviços educacionais presentes na comunidade? ( ) Ausência de escolas públicas ou comunitárias ( ) Escolas de cursos de alfabetização ( ) Escolas de ensino fundamental ( ) Escolas de ensino médio.</p> <p>33. Quais os serviços de saúde presentes na comunidade? ( ) Atendimento médico e ambulatorial (ex.: vacinação) ( ) Atendimento de primeiros socorros ( ) Atendimento por agente de saúde, enfermeiros em posto de saúde ( ) Atendimento médico</p> <p>34. Quais os tipos de infraestrutura existente na comunidade que propicie o seu lazer? ( ) Não há nenhuma infraestrutura de lazer ( ) Existência apenas de quadra esportiva (onde também acontecem as festas) ( ) Existência de campos de futebol ou ginásio esportivos e salões de festas</p> <p>35. De que maneira a associação contribui para melhorar a qualidade de vida da comunidade?</p> <p>36. Quais os principais problemas enfrentados pela associação?</p>

## ANEXO – Mapa base da comunidade de Malhada elaborado pelos próprios moradores.

