



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
NA BACIA DO AÇUDE SOLEDADE – PB

AUREAN DE PAULO CARVALHO

Campina Grande
Paraíba



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO AÇUDE
SOLEDADE-PB**

AUREAN DE PAULA CARVALHO

CAMPINA GRANDE – PB

NOVEMBRO - 2010

AUREAN DE PAULA CARVALHO

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO AÇUDE
SOLEDADE-PB**

Tese submetida ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande como exigência parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Linha de Pesquisa: Monitoramento e Controle da Deterioração na Agricultura

Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO

Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA

ORIENTADORES

Campina Grande

2010



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

C331e Carvalho, Aurean de Paula.

Estudo da degradação ambiental na bacia do Açude Soledade - PB / Aurean de Paula Carvalho. — Campina Grande, 2010.

232 f.: il. col.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores : Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto, Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima.

Referências.

1. Açude Soledade. 2. Degradação Ambiental. 3. Recurso Hidrico. 4. Geoprocessamento. I. Título.

CDU 628.13(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA




PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO DOUTORANDO

AUREAN DE PAULA CARVALHO


ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO AÇUDE SOLEDADE- PB

BANCA EXAMINADORA


PARECER


Dr. João Miguel de Moraes Neto – Orientador


APROVADO


Dra. Vera Lucie Antunes de Lima – Orientadora

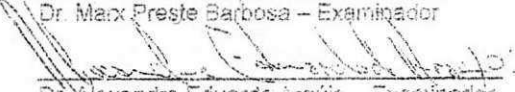
APROVADO


Dra. Maria Sellydelândia Sobral de Farias – Examinadora

APROVADO


Dr. Marx Preste Barbosa – Examinador

APROVADO


Dr. Alexandre Eduardo Araújo – Examinador

Aprovado


Dra. Simone Mirtes – Examinadora

Aprovado

NOVEMBRO - 2010

Av. Aprígio Veloso, 882 – Buiadouro
CAMPINA GRANDE - PB
Fone: (35) 3310-1005 Fax: (35) 3310-1105
<http://www.eng.ufcg.edu.br/compag>

AGRADECIMENTOS

A Deus, Onipotente, Criador de todas as coisas, pelo milagre da existência.

A meus pais, Alexandre Pereira de Carvalho *in memoriam* e Ana de Paula Carvalho, por conduzirem meus passos desde cedo com sabedoria e simplicidade, ensinando-me sempre as coisas corretas buscando solidificar meu caráter.

A meus amigos e familiares, que souberam compreender o motivo de minha ausência durante este momento de minha caminhada.

Aos orientadores João Miguel de Moraes Neto e Vera Lúcia Antunes de Lima pela colaboração e pelas observações preciosas que resultaram no enriquecimento deste trabalho.

Ao companheiro Miguel José da Silva, pela colaboração dispensada durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela receptividade dispensada e dedicação com que desempenham seu trabalho.

Dedico

A minha esposa, Maria Anunciada, companheira de todas as considerações, pelo amor, compreensão e estímulo em todos os momentos;

Aos meus queridos filhos, Adrian Moagne e Yves Lean, pelo carinho, amizade, amor e compreensão que tiveram pelas horas de ausência da convivência familiar que meu estudo lhes subtraiu;

A meus pais, Alexandre Pereira de Carvalho, *in memoriam*, e Ana de Paula Carvalho e aos meus familiares com quem reparto o êxito de minha vitória.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: Introdução	1
1.1. Objetivo geral.....	4
1.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO 2: Caracterização da área	6
2.1. Localização	6
2.2. Açude.....	6
2.3. Clima.....	8
2.4. Geomorfologia.....	8
2.5. Geologia.....	8
CAPÍTULO 3: Água sob uma abordagem ambiental	9
3.1. Água no contexto histórico.....	9
3.2. Política nacional de recursos hídricos.....	14
3.3. Recursos hídricos no semiárido	16
3.4. Política estadual de recursos hídricos.....	17
3.5. Usos múltiplos.....	18
3.5.1. Abastecimento doméstico.....	20
3.5.2. Abastecimento industrial.....	20
3.5.3. Irrigação.....	20
3.5.4. Harmonia paisagística.....	21
3.5.5. Recreação.....	21
3.5.6. Preservação da fauna e da flora.....	22
3.5.7. Lazer contemplativo.....	22
3.5.8. Práticas esportivas.....	23
3.5.9. Aquicultura.....	23
3.5.10. Diluição, transporte e disposição final de efluentes.....	23
3.6. Degradação e poluição ambiental.....	24
3.7. Fontes de poluição hídrica	27
3.8. Poluição agrícola	27
3.9. Monitoramento e qualidade de água.....	28
3.10. Indicador.....	33

3.11. Finalidade do indicador.....	36
3.12. Índice de qualidade de água (IQA).....	37
3.13. Indicadores de qualidade de Água.....	41
3.13.1. Temperatura da água.....	41
3.13.2. Condutividade elétrica da água (CE).....	41
3.13.3. Potencial hidrogeniônico (pH).....	42
3.13.4. Oxigênio dissolvido (OD).....	42
3.13.5. Nitrogênio total e Fósforo total.....	43
3.13.6. Turbidez.....	45
3.13.7. Coliformes termotolerante (CT).....	45
3.13.8. Sólidos totais.....	46
3.13.9. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	46
CAPÍTULO IV: Conceitos estratégicos para gestão ambiental.....	47
4.1. Desastre ambiental.....	47
4.2. Componentes do risco.....	52
4.2.1. Ameaça ou perigo.....	52
4.2.2. Ameaça naturais.....	54
4.2.3. Ameaças sociais ou antrópica.....	54
4.2.4. Ameaça mistas ou sócionaturais.....	56
4.3. Vulnerabilidades.....	57
4.3.1. Vulnerabilidade natural.....	61
4.3.2. Vulnerabilidade ambiental.....	61
4.3.3. Vulnerabilidade física.....	61
4.3.4. Vulnerabilidade econômica.....	62
4.3.5. Vulnerabilidade social.....	62
4.3.6. Vulnerabilidade política.....	63
4.3.7. Vulnerabilidade técnica.....	63
4.3.8. Vulnerabilidade ideológica.....	63
4.3.9. Vulnerabilidade ecológica.....	64
4.3.10. Vulnerabilidade cultural.....	64
4.3.11. Vulnerabilidade educativa.....	64
4.3.12. Vulnerabilidade institucional.....	65
4.4. Vulnerabilidade a contaminação de um recurso hídrico.....	67

4.5. Seca e desertificação	67
4.6. Desertificação no contexto mundial	72
4.7. Desertificação na América Latina	73
4.8. Desertificação no Brasil.....	74
4.9. Desertificação no Estado da Paraíba.....	76
4.10. Sensoriamento remoto.....	78
4.11. Procedimento digital de imagens.....	79
4.12. Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	80
4.13. Consciência e percepção ambiental.....	84
CAPÍTULO 5: MATERIAL E MÉTODOS.....	90
5.1. Metodologia	90
5.2. Materiais.....	90
5.3. Análise digital.....	90
5.3.1. Análise da degradação ambiental da bacia hidrográfica	90
5.3.2. Processamento digital das imagens.....	91
5.3.2.1. Manipulação de constraste das bandas 5, 4 e 3.....	91
5.3.2.2. Principais componentes das bandas 5, 4 e 3 + Contraste.....	91
5.3.2.3. Operações Aritméticas(Razão entre Bandas-IVDN bandas 4 e 3).....	92
5.3.2.4. Composição multiespectral ajustada (andas3+1+IVDN).....	93
5.3.2.5. Segmentação das imagens IVDN por crescimento de regiões.....	93
5.3.2.6. Classificação das Imagens IVDN.....	93
5.3.2.6 . Editoração dos mapas temáticos.....	94
5.3.2.5. Segmentação das imagens IVDN por Crescimento de regiões.....	93
5.3.2.6. Classificação das imagens IVDN.....	93
5.3.2.6 . Editoração dos mapas temáticos.....	94
5.4. Degradação das terras.....	94
5.5. Análise de água.....	96
5.5.1. Metodologia de campo.....	97
5.5.2. Metodologia de laboratório.....	97
5.5.3. Cálculo do índice de qualidade de água (IQA).....	98
5.5.3.1. Determinação do valores de q.....	99
5.5.4. Determinação do índice de balneabilidade.....	101
5.6. Usos multiplos das águas.....	102

5.7. Diagnósticos das vulnerabilidades.....	102
5.7.1. Determinação dos gráficos de vulnerabilidade.....	102
5.8. Percepção ambiental.....	104
5.8.1 Delineamento da pesquisa sobre percepção.....	104
5.8.2 População e amostra de estudo.....	104
5.8.3 Coleta de dados.....	104
5.8.4 Etapas da pesquisa.....	106
5.8.5 Tabulação e análise dos dados.....	106
CAPÍTULO 6: RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	107
6.1. Índice de qualidade da água (IQA).....	107
6.2. Índice de baneabilidade.....	108
6.3. Usos identificados.....	109
6.3.1. Lazer.....	109
6.3.2. Pesca.....	110
6.3.3. Dessedentação de animais.....	111
6.3.4. Abastecimento doméstico.....	112
6.4. Níveis de vulnerabilidades.....	112
6.4.1. Vulnerabilidade global.....	112
6.4.2. Vulnerabilidade socioeconômica.....	113
6.4.3. Vulnerabilidade física-técnica.....	118
6.4.4. Vulnerabilidade ecológica-ambiental.....	123
6.4.5. Vulnerabilidade educativa- ideológica-política-institucional.....	126
6.5. A construção social do risco: relação entre dinamismo antropogênicos atual com os parâmetros de qualidade da água.....	129
6.5.1 Composições multiespectrais ajustadas.....	138
6.6 Mapas digitais dos níveis de degradação das terras.....	148
6.6.1. Nível muito grave.....	150
6.6.2. Nível grave.....	151
6.6.3. Nível de degradação moderado.....	153
6.6.4. Nível de degradação baixo.....	154
6.7 Percepção ambiental.....	156
6.7.1 Distribuição por tempo de residência.....	156
6.7.2 Distribuição por gênero.....	157

6.7.3. Distribuição por faixa etária.....	158
6.7.4. Distribuição por nível de escolaridade.....	159
6.7.5. Interesse dos entrevistados pela temática ambiental.....	159
6.7.6. Meio ambiente na percepção dos entrevistados.....	160
6.7.7. Importância da vegetação ciliar.....	163
6.7.8. Tipos de uso que os entrevistados fazem do açude.....	166
6.7.9. Critérios adotados pela população para classificação da água.....	169
6.7.10. Doenças veiculadas pela água.....	171
6.7.11. Significado do termo bacia hidrográfica.....	171
6.7.12. Nome da bacia hidrográfica.....	173
6.7.13. Significado do termo comitê de bacia hidrográfica.....	173
6.7.14. Conhecimento da existência de problemas ambientais.....	174
6.7.15. Percepção sobre a prática de ações danosa para o açude.....	177
6.7.16. Fontes utilizadas para obter informações sobre temas ambientais.....	177
CONCLUSÃO	181
SUGESTÕES	183
REFERÊNCIAS	186
ANEXOS	216

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Localização da área de estudo..... 7
Figura 2	Natureza e uso dos indicadores de meio ambiente..... 36
Figura 3	Evolução temporal do conceito ameaça (perigo)..... 53
Figura 4	Vulnerabilidade na América Latina..... 66
Figura 5	Impactos produzidos pela seca..... 69
Figura 6	Áreas suscetíveis à desertificação e áreas afetadas por desertificação no Brasil..... 75
Figura 7	Arquitetura de sistemas de informação geográfica..... 82
Figura 8	Indicadores de nível de degradação muito grave..... 94
Figura 9	Indicadores de nível de degradação moderada..... 95
Figura 10	Indicadores de nível de degradação baixo..... 95
Figura 11	Indicadores de nível de degradação baixo..... 95
Figura 12	Distribuição dos pontos de coleta..... 96
Figura 13	Classificação da qualidade das águas..... 101
Figura 14	Especificações que determinam a qualificação das águas de açudes para fins de Balneabilidade..... 102
Figura 15	Classificação das águas do açude Soledade para balneabilidade, em três pontos amostrais, em Soledade-PB..... 108
Figura 16	Lazer de contato primário praticado em diversos pontos do açude..... 110
Figura 17	Pesca amadora praticada em diversos pontos do açude e beneficiamento do pescado..... 111
Figura 18	Dessedentação e pastoreio praticado em diversos pontos do açude..... 112
Figura 19	Reta da vulnerabilidade global encontrada para a microbacia do açude..... 113
Figura 20	Reta da vulnerabilidade socioeconômica encontrada para a microbacia do açude..... 114
Figura 21	Exploração da lenha nos municípios de Soledade (A) e Olivedo (B)..... 118
Figura 22	Reta da vulnerabilidade física-técnica encontrada para a microbacia do açude..... 119
Figura 23	Residências abandonadas na microbacia do açude Soledade..... 122
Figura 24	Reta da vulnerabilidade ecológica-ambiental encontrada para a microbacia do açude..... 123
Figura 25	Extração mineral (areia) praticado em área de proteção ambiental..... 126
Figura 26	Reta da vulnerabilidade educativa-ideológica-política-institucional encontrada para a microbacia do açude..... 127
Figura 27	Lixo descartado inadvertidamente em diversos pontos da microbacia..... 130
Figura 28	Lixão onde é descartado os resíduos sólidos no município de Soledade-PB..... 132
Figura 29	Escoamento de esgoto doméstico em vários pontos próximo ao açude..... 134
Figura 30	Criação de animais na área de proteção ambiental..... 136
Figura 31	Práticas agrícolas desenvolvidas nas margens e dentro do açude..... 137
Figura 32	Evidências de utilização de adubação orgânica em diversas propriedades na microbacia..... 138
Figura 33	Composição multiespectral ajustada da área da microbacia do açude Soledade..... 140
Figura 34	Exploração da vegetação nativa para ser usadas em cercas na forma de morões, estacas, varas

nos municípios de Soledade e Olivedo.....	142
Figura 35 Aspecto da vegetação queimada para agricultura e pastagens.....	144
Figura 36 Processos erosivos ativos (sulcos e voçorocas) comprometendo a infraestrutura ao longo de todo o açude.....	145
Figura 37 Extensas áreas de solos desnudos evidenciando manejo inadequado.....	147
Figura 38 Mapa de degradação das terras da microbacia do açude Soledade (1990).....	148
Figura 39 Mapa de degradação das terras da microbacia do açude Soledade (2005).....	149
Figura 40 Aspecto da vegetação na área de degradação muito grave e solo exposto com alta pedregosidade.....	150
Figura 41 Aspecto da vegetação no nível de degradação grave e área usada para bovinocultura.....	152
Figura 42 Usos dos solos no nível de degradação moderada.....	153
Figura 43 Vegetação densa no nível de degradação baixa.....	155
Figura 44 Distribuição por tempo de residência.....	157
Figura 45 Distribuição por gênero.....	158
Figura 46 Distribuição por faixa etária.....	158
Figura 47 Distribuição por nível de escolaridade.....	159
Figura 48 Pensando em meio ambiente, descreva a imagem que vem à sua mente.....	161
Figura 49 Você acha importante manter a vegetação nas margens do açude.....	163
Figura 50 Tipo de uso da água do açude.....	167
Figura 51 Percepção dos entrevistados sobre a qualidade da água do Açude Soledade.....	168
Figura 52 O que faz você atribuir este nível de qualidade para a água.....	170
Figura 53 Você sabe o que significa o termo bacia hidrográfica?.....	172
Figura 54 Conhecimento da existência de problemas ambientais.....	175
Figura 55 Fontes usadas para obter informações sobre questões ambientais.....	178

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Características do açude Soledade.....	7
Tabela 2- Índice de aridez.....	72
Tabela 3- Áreas afetadas pela desertificação.....	73
Tabela 4- Localização dos pontos de coleta de água no açude de Soledade-PB.....	98
Tabela 5- Parâmetros e pesos para cálculo do IQA-NSF.....	99
Tabela 6- Classes de vulnerabilidade.....	103
Tabela 7- Índice de qualidade de água (IQA _{CETESB}) nos três pontos de coleta.....	107

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
Art. – Artigo
APHA – American Public Health Association
APP – Área de Preservação Permanente
CBERS – China-Brazil Earth Resources Satellite
CDRM – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba
CE – Ceará
CF – Coliformes Fecais
CH₄ – Metano
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTRN – Centro de Técnica de Piscicultura do Nordeste
DEAg – Departamento de Engenharia Agrícola
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
dez – Dezembro
DQO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
ERDAS – Earth Resources Data Analyses System
FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação
fev – Fevereiro
FT – Fósforo Total
GPS – Global Positioning System
GOOGLE EARTH –
HPO₄⁻ – Hidrogenofosfato
H₂PO₄⁻ – Di-hidrogenofosfato
H₃PO₄⁻ – Ácido Fosfórico
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
jan – Janeiro
Km³/ano – Quilômetro Cúbico por ano
L/hab.d – Litro por Habitante por Dia
LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite
LMRS – Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto
mar – Março
m³/ha – Metro Cúbico por Hectare
m³/unid. – Metro Cúbico por Unidade
mg.L⁻¹ – Miligrama por Litro
MMA – Ministério do Meio Ambiente
ml – Mililitro
NE – Nordeste
NH₃⁻ – Amônia
NH₄⁺ – Íon Amônio
NMP – Número Mais Provável
NO₃⁻ – Nitrato
NO₂⁻ – Nitrito
NT – Nitrogênio Total
OD – Oxigênio Dissolvido
PANBRASIL – Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
P_{gn} – Complexo Migmatito-Granitoide
P_{gr} – Gnáissico Migmatítico
PB – Paraíba
PDI – Processamento Digital de Imagens
PE – Pernambuco
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
pH – Potencial Hidrogeniônico
PI – Piauí
PLANVASF – Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande
PO₄⁻³ – Fósforo
PROSAB – Programa de Saneamento Básico
RADAMBRASIL – Projeto do Ministério de Minas e Energia
S – Sul
SCARTA – Software de Produção Cartográfica (módulo do SPRING)
SE – Sergipe
SEMARH – Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais
SEPLAN – Secretaria de Planejamento
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SPRING – Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas
TO – Tocantins
TM – Mapa Temático
UN – Nações Unidas
W – Oeste
WMO – World Meteorological Organization

RESUMO

As bacias hidrográficas no Brasil têm sido cenário de desenvolvimento das sociedades ao longo da história, no Nordeste brasileiro elas têm sido devastadas periodicamente por desastres naturais e antrópicos. Tradicionalmente, o homem tem provocado intervenções nestas áreas geográficas para extração da vegetação, depredação e desenvolvimento de atividades produtivas pouco adaptadas com pouca ou nenhuma visão de sustentabilidade como, por exemplo: a agricultura, a pecuária e a mineração, dentre outras, isto tem resultados em inúmeros desastres com sérios reflexos nos recursos hídricos. Assim, a gestão e o manejo de um recurso ambiental, em especial a água, visam obter o uso racional, que só pode ser alcançado se entendermos que a água sofre influência do solo da região, do clima, da geologia, da geomorfologia, da vegetação circundante, dos ecossistemas adjacentes, condições que prevalecem na bacia de drenagem e do homem que pode ser o agente protetor ou destruidor. Partindo desta perspectiva, este trabalho teve como objetivo estudar o processo de degradação praticado ao longo da bacia do açude Soledade que se situa na cidade de Soledade no semiárido nordestino, na mesoregião do Agreste Paraibano, zona oriental do Planalto da Borborema, na bacia do Médio Paraíba. Para tanto a qualidade da água deste recurso hídrico foi monitorada em três pontos amostrais, através das análises físicas, químicas e biológicas segundo a metodologia padrão APHA (1995). O processo metodológico também inclui a determinação das vulnerabilidades, dos níveis de degradação das terras, da percepção ambiental da comunidade ribeirinha, para tanto foi utilizado geoprocessamento, análise digital de imagens, registros fotográficos, trabalho de campo, aplicação de questionários no triênio 2008-2010. Os resultados obtidos apontaram altos valores de vulnerabilidades, elevados níveis de degradação e a predominância de uma visão simplista sobre meio ambiente. As análises de água demonstraram que a água do açude se encontra degradada por atividades antrópicas, sendo incompatível com os usos a que se destina. Assim, faz-se necessário a implantação de um sistema de gestão para controle dos diversos processos de degradação e de campanhas educativas (educação ambiental) baseadas no apoio a iniciativas que propiciem mudanças estruturais e culturais necessárias ao fortalecimento das instituições e ao manejo da bacia, uma vez que este recurso hídrico é utilizado de múltiplas formas pela comunidade local.

Palavras-chave: Açude Soledade, degradação ambiental, recurso hídrico, geoprocessamento

ABSTRACT

The drainage basins in Brazil has been the scene of development of societies along the history, in Northeast Brazilian they have been periodically devastated by natural disasters and anthropic. Traditionally the man has provoked interventions in these geographic areas for extraction of vegetation, predation and development of productive activities unadapted with little or no vision of sustainability such as, for example: agriculture, cattle breeding, mining, among others, this has results in innumerable disasters with severe effects on water resources. So the administration and management of environmental resources, especially water, seeks the rational, which may only be achieved if we understand that water is influenced by the local soil, climate, geology, geomorphology, vegetation surrounding, for adjacent ecosystems, conditions that prevail in the drainage basin and the man that it can be the protector agent or destroyer. From this perspective, this work was to study the degradation process practiced along the basin of the reservoir Soledade that situated in the Solitude city in the semiarid Northeast, in mesoregião Paraíba arid, eastern part of the Borborema Plateau, the basin of the Middle Paraíba. For both the water quality of this water resource was monitored at three sampling points across the physical, chemical and biological characteristics according to standard methods APHA (1995). The methodological process also includes determining of the vulnerabilities and levels of land degradation, the environmental perception of the riverain community, was used for both GIS, digital image analysis, photographs, field-work, questionnaires in the triennium 2008 - 2010. The results showed high values of vulnerabilities, high levels of degradation and the predominance of a simplistic view about the environment. The water analysis demonstrated that the reservoir of the water is degraded by human activities and is incompatible with the uses to which it is destined. So, it is necessary the implantation of management system to control the various degradation processes and educational campaigns (environmental education) based on supporting initiatives that provide structural and cultural changes necessary to strengthen institutions and management of the basin, since this water resource is used in various ways by the local community.

Keywords: Soledade Reservoir, environmental degradation, water resources, GIS

RESUMEN

Las Cuencas hidrográficas en el Brasil han sido el escenario del desarrollo de la sociedad a lo largo de la historia, en el Noroeste Brasileño ellas han sido devastadas periódicamente por desastres naturales e antrópicos. Tradicionalmente el hombre ha inducido intromisiones en estas superficies territoriales para extracción de la vegetación, depredación y el desarrollo de actividades productivas poco adaptadas sin ninguna visión de sustentabilidad como, por ejemplo: la agricultura, la pecuaria, la mineralización, entre otras, esto tiene como resultado, incontables desastres, con graves reflejos en los recursos hídricos. Es así que el trabajo y la conducción de un recurso ambiental, sobretodo el recurso agua, visualiza obtener un uso sumamente racional, que solo puede ser alcanzado cuando comprendamos que el agua sufre influencia del suelo de la región, del clima, de la geología, de la geomorfología, de la vegetación adyacente, de los ecosistemas colindantes y son estas las condiciones que prevalecen en la cuenca de drenaje y del hombre, el cual puede ser tanto el figurante protector como destructor. Partiendo de este aspecto, este trabajo tuvo como objetivo estudiar el proceso de degradación practicado a lo largo de la cuenca del lago Soledad que se encuentra localizado en la ciudad de Soledad en el semiárido del noroeste Brasileño, en la meseta de la región del Agreste Paraibano, zona oriental del altiplano de la sierra la Borborema, en la cuenca del medio Paraíba. En ese sentido la cualidad del agua de este recurso hídrico fue monitoreado en tres puntos de ensayo a través de las analices físicas, químicas e biológicas según la metodología patrón APHA (1995). El proceso metodológico también incluye la determinación de las vulnerabilidad, de los niveles de degradación de las tierras, de la percepción ambiental de la comunidad marginal, para lograr esto fue utilizado el geoprocésamiento, analice digital de imágenes, registros fotográficos, trabajo de campo, aplicación de cuestionarios en el periodo de 2008 a 2010. Los resultados obtenidos registraron altos valores de vulnerabilidad, elevados niveles de degradación y la predominancia de un punto de vista simple sobre el medio ambiente. Los analices del agua demostraron que el agua del lago se encuentra degradada por actividades antrópicas, siendo incompatible con los usos a que se destina. Siendo así, se hace necesario la implantación de un sistema de trabajo para el control de los diversos procesos de degradación y de acciones educativas (educación ambiental) fundamentadas en el apoyo a iniciativas que propicien cambios estructurales y culturales necesarios al fortalecimiento de las instituciones y a la administración de la cuenca, una vez que este recurso hídrico es utilizado de múltiples formas por la población local.

Palavras-chave: Lago Soledad, degradación ambiental, recurso hídrico, geoprocésamiento

CAPITULO I

1-INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas os recursos naturais são a base para o desenvolvimento socioeconômico mas, ao longo dos séculos, o homem tem mantido relações de exploração com o ambiente tão agressivas, que na maioria das vezes, conduzem ao comprometimento ou à inviabilização do uso desses recursos, em especial da água, recurso natural que é mais facilmente afetado, seja pelo uso abusivo, crescimento desordenado ou pelo manejo dos recursos adjacentes, que comprometem suas características quantitativas e qualitativas. Esta interação homem/natureza tem ocorrido de forma equivocada e fragmentada, por não considerar que os recursos naturais mantêm uma interdependência entre si.

As questões ambientais dizem respeito ao modo como a sociedade convive, se relaciona com o ambiente, com o lugar em que reside. Considerando esta perspectiva, impõe-nos, diante da crise atual, a obrigatoriedade de uma reflexão sobre o seu lugar no campo do conhecimento. A degradação ambiental, o risco de um colapso ecológico, a exclusão social e o elevado nível de pobreza da população são sinais eloquentes da crise do mundo globalizado. Essa crise é produto da evolução do conhecimento humano e da racionalidade econômica, assinalada pelos ideais iluministas, pela supremacia da razão advinda do pensamento cartesiano, sinaliza os limites da racionalidade econômica dominante, desenvolvida pelo capitalismo e nos coloca frente à necessidade de mudanças que nos possibilite passar da visão antropocêntrica para uma consciência ambiental, problematizando o pensamento metafísico, a racionalidade científica, indo além de uma crise ecológica. É um questionamento do pensamento e do entendimento dominante, da epistemologia com os quais a civilização tem compreendido os seres, as coisas, a ciência e a razão tecnológica que tem dominado a natureza, na qual prevalece à concepção econômica do mundo moderno (LEFF, 2001).

Hoje, em função das pressões sociais e dos alertas emitidos pela comunidade científica em relação à problemática ambiental, diversas pesquisas, debates, seminários e conferências, foram e são realizadas objetivando encontrar soluções para a crise ambiental instalada. Um dos marcos iniciais dessas buscas foi, em 1972, um relatório denominado "Limites do Crescimento" (Limits to grow), elaborado por Dennis Meadows e colaboradores, concluindo que a degradação ambiental tem, como causa principal o

crescimento populacional e industrial. Este estudo mostra ainda que os recursos naturais são limitados e que o consumo voraz dos recursos naturais e a emissão descontrolada de poluentes colocam em xeque a sobrevivência da humanidade, assim este grupo era favorável ao crescimento zero, ou seja, que era necessário parar o crescimento populacional e reduzir o consumo visando alcançar um equilíbrio entre desenvolvimento e o meio ambiente.

Sabe-se que a civilização humana sempre dependeu dos recursos naturais, em especial, da água, fato evidenciado pelos registros históricos que apontam para a fixação do homem nas margens de rios, lagos e oceanos, e pelo grau de escassez (quantitativa e/ou qualitativa) da água que diversos países atingiram e atingem à medida que as populações e as atividades econômicas crescem. Isto ocorreu e ocorre porque em inúmeras atividades praticadas pelo homem, a água está sendo mal utilizada, seja através do consumo exagerado ou através de práticas de poluição que a tornam inadequada aos usos diversos. Estas atividades geram resíduos passíveis de contaminar corpos de água, alterando sua qualidade e implicam em elevados custos na recuperação dos mananciais, fontes de abastecimento, lagos e represas. Esta deterioração dos recursos hídricos sofre influência do crescimento das áreas urbanas, atividades agrícolas, explosão de atividades industriais e do sistema de transporte, que tornam vulneráveis as fontes de água disponíveis, podendo acarretar problemas de saúde pública, ambiental e socioeconômicos, que resultam em prejuízos para a própria humanidade (FREITAS et al., 2001; TOMITA & BEYRUTH, 2002; PRINZ & SINGH, 2003).

A ocupação humana da caatinga no nordeste, com alguns processos produtivos pouco adaptados às condições dos ecossistemas, agravaram ainda mais as condições frágeis do solo e a escassez dos recursos hídricos desta região. Durante séculos de atividades econômicas intensificadas nas últimas décadas, houve uma ampla substituição da vegetação natural pelo sistema agropastoril, com redução da cobertura vegetal (MMA, 2001). É sabido que a Paraíba é o Estado que possui o maior percentual de área com nível de desertificação muito grave e, isto afeta o dia a dia de milhares de pessoas. Com frequência, esta região é castigada por estiagens prolongadas e periódicas, fato comum no nordeste brasileiro, fenômeno que tem contribuído para o desequilíbrio do sistema produtivo e para a migração das populações rurais em direção às cidades mais desenvolvidas. Assim, a ocupação humana e a seca aliadas a outros fatores têm contribuído

para o agravamento das condições de solo e escassez de recursos hídricos e naturais existentes na região.

A bacia hidrográfica do açude Soledade, situada nos municípios de Soledade e Olivedo no Estado da Paraíba, vem sofrendo mudanças impulsionadas pela urbanização e agropecuária, desta forma estar sofrendo inúmeros impactos, o que é comum em bacias hidrográficas onde as políticas públicas são pouco efetivas como, por exemplo, desmatamento de matas ciliares, poluição de recursos hídricos, crescimento desordenado de bairros e ocupação de áreas sem planejamento, alteração indiscriminada da drenagem e erosão, dentre outros; fatos que podem comprometer o equilíbrio ambiental de ecossistemas tão delicados como os desta região, a ponto de ocasionar problemas socioeconômicos, como a redução da disponibilidade hídrica.

A ocorrência de degradação e/ou impactos ambientais resultantes de intervenções humanas em bacias hidrográficas pode ser minimizada em função de um gerenciamento ambiental. Isto requer um planejamento do uso dos recursos naturais objetivando proteger e garantir a função de cada ecossistema, tendo em vista a redução da poluição e a manutenção da sustentabilidade em toda unidade administrativa. Assim, o conhecimento pormenorizado da degradação ambiental permite sugerir com antecipação obras de proteção que possam reduzir os impactos negativos a que estão submetidos estes ambientes, tal como medidas emergenciais e ações corretivas para o enfrentamento da situação na eventual ocorrência de desastres ambientais.

Neste sentido, este trabalho buscou responder às seguintes questões: quais os processos de degradação que vem sofrendo a bacia hidrográfica do açude Soledade, que alimenta este recurso hídrico, localizado no Município de Soledade, PB? A qualidade da água da bacia está de acordo com o que preconiza a legislação sanitária e ambiental? Qual a percepção ambiental da população que reside nesta área da bacia? Qual a relação entre as práticas antrópicas desenvolvidas nestas áreas e os níveis de degradação ambiental?

Para tanto desenvolveu-se este trabalho para a aquisição de dados da bacia hidrográfica e da qualidade de água, visando colaborar com informações para reflexão e a gestão ambiental deste recurso hídrico, buscou-se também contribuir com informações que permitam avaliar futuras alterações que poderão ocorrer na bacia hidrográfica. Tal estudo poderá fornecer subsídios, no que diz respeito ao perfil da vegetação, as formas de utilização da terra e de proteção das áreas em vários estados de degradação. Desta forma, o estudo através da análise da cobertura vegetal, das vulnerabilidades, construção social dos

riscos e qualidade de água pode contribuir para evitar que o processo de degradação evolua para uma situação de irreversibilidade ou desertificação. Esta análise oferece condições, através de seu diagnóstico, para sustentabilidade do semi-árido paraibano.

Assim no capítulo 1 procurou-se caracterizar a área em estudo, uma vez que a qualidade da água de um recurso hídrico deve-se às características naturais conferidas, principalmente, pela natureza do solo e o regime climático em que este recurso está inserido e a influência das atividades antrópicas desenvolvidas ao longo da bacia de drenagem.

Como fundamentação teórica foram articulados nos capítulos 2 e 3 conceitos estratégicos relacionados as temática ambiental, como degradação ambiental, qualidade de água, vulnerabilidades, riscos, sensoriamento remoto, percepção ambiental, dentre outros que investigam a problemática do agir humano tendo como foco central o meio ambiente. No quarto capítulo, foi apresentado os procedimentos metodológicos adotados para esse estudo e no capítulo 5 foi apresentado os resultados e a discussão dos dados e, em seguida, é feita as considerações finais.

1.1. Objetivo Geral

Estudar a construção social das vulnerabilidades e dos riscos ao desastre da contaminação hídrica que ocorrem na Bacia do açude.

1.2. Objetivos Específicos

- a) Monitorar a qualidade física, química e biológica da água do açude através do IQA;
- b) Determinar os índices de balneabilidade do açude;
- c) Identificar os tipos de uso da água do açude Soledade;
- d) Determinar os diferentes níveis de degradação para a confecção de mapas, através das técnicas de sensoriamento remoto;
- e) Determinar os níveis de vulnerabilidade da população que reside nesta área da bacia;

- f) Conhecer o nível de informação de uma amostra representativa da população que reside na area de proteção ambiental do açude Soledade acerca da temática ambiental.

CAPÍTULO II

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1. Localização

A microbacia hidrográfica do açude Soledade situa-se no semiárido nordestino, na microregião do Curimatáu Ocidental do Agreste Paraibano, mais precisamente na bacia rio Paraíba, com coordenadas geográficas $07^{\circ} 15' 15''$ S e $36^{\circ} 31' 44''$ W; $06^{\circ} 51' 38''$ S e $36^{\circ} 08' 40''$ W. Encontra-se no Planalto da Borborema, com altitudes variando entre 500 e 1000m (AESA, 2010), ocupando uma área de $292,6 \text{ km}^2$ que compreende parte dos territórios dos municípios de Soledade (23,3%), Olivedo (68%) e Barra de Santa Rosa (08,7%).

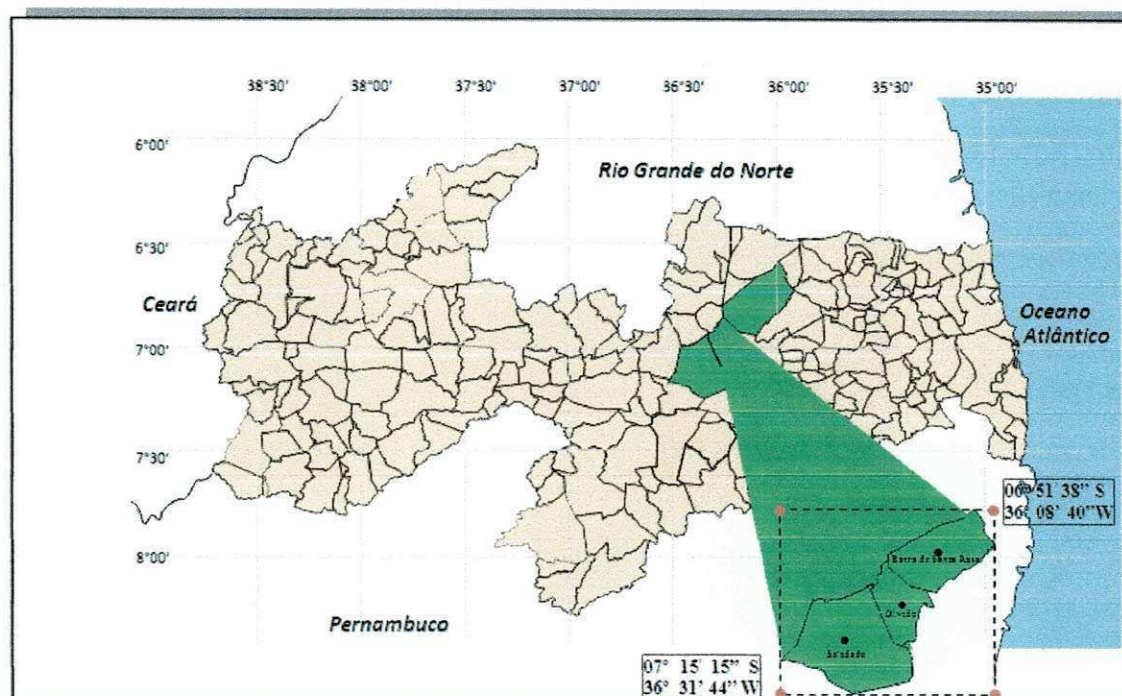


Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: Adaptado de AESA (2010)

2.2. Açude

Os primeiros açudes do Nordeste foram construídos objetivando desviar a água dos riachos para fornecimento de energia hidráulica aos moinhos; posteriormente, surgiu o pequeno açude como uma das soluções ao problema do abastecimento. Os anos de 1825-

1830, marcam a arrancada do açudamento do Nordeste semiárido, mas foi a partir de 1844 que o Governo Imperial decidiu intervir diretamente na construção de açudes.

Segundo Molle & Cadier (1992), a grande seca de 1877 forçou a construção de grandes açudes na região, como o açude Cedro, em Quixadá, CE, cuja conclusão se deu em 1906, sendo o primeiro dentre eles. Na época já existia cerca de 6.000 açudes, de diversos tamanhos. De acordo com os autores, tal crescimento perdurou até os dias de hoje, verificando-se altas taxas de crescimento, particularmente depois dos anos de estiagem mais críticos.

Apesar de dispor, hoje, de um alto índice de açudagem, totalizando 9.985 açudes com pelo menos 20 grandes reservatórios com capacidade superior a 30.000.000m³ (MARINHO, 2006; AESA, 2008 apud LUCENA et al, 2008), o estado da Paraíba ainda apresenta grande heterogeneidade quanto à quantidade, qualidade e disponibilidade de água para a população. Sendo fato comum ainda nas regiões semiáridas e subúmidas a utilização de carros pipa para abastecer a população de pequenas cidades e vilarejos captando a água diretamente dos reservatórios sem qualquer tratamento prévio.

O açude de Soledade está situado na cidade de mesmo nome, foi construído objetivando aumentar a disponibilidade de água para abastecimento deste município, como medida de combater a escassez de água na região e suprir as necessidades hídricas da população. No entanto os elevados níveis de salinidade de suas águas impossibilitaram sua utilização para abastecimento doméstico. Atualmente encontra-se instalado nas áreas circunvizinhas do açude diversos sítios e bairros.

As principais características do açude Soledade estão descritas na Tabela 1, segundo AESA.

Tabela 1. Características do açude Soledade

Características morfométricas	2009
Área da bacia hidráulica	539,70 ha.
Volume máximo	27.058.100,00 m ³
Latitude	07° 5' S
Longitude	36° 21' W

Fonte: AESA (2009)

2.3. Clima

O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h (quente e semiárido), com estação chuvosa no verão e precipitações variam entre 200 a 600 mm por ano. As principais unidades de solos são: Solonetz Solodizado, Bruno não Cálcico, Regisol, e Litólico Eutrófico (AESAs, 2010). A vegetação natural dominante na área da bacia corresponde a caatinga hiperxerófila e hipoxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia (SEMARHM, 2000).

2.4. Geomorfologia

A interpretação geomorfológica da área foi realizada a partir do mapa Geomorfológico – Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1981).

Soledade encontra-se inserida totalmente na encosta oriental do Planalto da Borborema, que constitui o mais característico e elevado acidente da Região Nordeste, exercendo papel de singular importância no conjunto do relevo e na diversificação do clima sendo constituída por 3 unidades distintas: formas tabulares, formas aguçadas e formas convexas (BRASIL, 1981).

2.5. Geologia

A descrição geológica foi baseada no Mapa Geológico do Estado da Paraíba (CDRM, 1982), escala 1:500.000. O contexto geológico regional é formado por rochas cristalinas diversas, originárias de idade Pré-Cambiano Indiviso que, posteriormente, foram deformadas por ação tectônica e estão representadas pelos Complexos Migmatítico-Granitóide (p_{εgn}) e Gnáissico-Migmatítico (p_{εgr}). O posicionamento dessas unidades no Pré-Cambiano Indiviso prende-se ao fato de não se ter ainda uma real definição do comportamento estratigráfico, tectônico e estrutural destas unidades, bem como devido à inexistência de uma ideia concreta sobre suas relações de contato com a sequência supracrustal, que constitui os grupos Seridó e Cachoeirinha, considerados do Pré-Cambriano Superior.

CAPÍTULO III

3. ÁGUA SOB UMA ABORDAGEM AMBIENTAL

3.1. Água no Contexto Histórico

A água é um recurso natural que sempre foi visto como necessário em todos os aspectos da vida. É o componente inorgânico de maior concentração nos seres vivos: nos homens, representa de 60 a 70% de sua massa corporal; nos vegetais, atinge 90% e em alguns seres aquáticos chega a 98%. É essencial para a sobrevivência humana e o desenvolvimento socioeconômico, sendo a única substância que é encontrada nos estado sólido, líquido e gasoso, na faixa biológica de temperatura (COSTA, 1991). As mudanças de estado físico da água no ciclo hidrológico são necessárias e influenciam os processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Mesmo dependendo da água, os seres humanos degradam e poluem este recurso natural que vem tendo uma elevação no consumo “per capita” de forma acelerada. Conforme Sousa e Leite (2003), cem anos antes de Cristo o consumo diário era de 8 litros, já no império romano gastava-se 20 L.hab⁻¹.d⁻¹. Hoje, de acordo com o IBGE (2002), no Brasil o consumo médio diário é de 260 litros por pessoa. Este e outros fatores exercem grandes pressões sobre os recursos hídricos e começam a comprometer a disponibilidade deste recurso, como têm alertado inúmeros cientistas nas diversas regiões do planeta. Desta forma, novas abordagens, novos métodos de conservação e gestão se fazem necessários.

O total de água na biosfera é cerca de 1,38 bilhões de quilômetros cúbicos. Desse total de água sobre a Terra, 97,5% é de água salgada, 1,74% é de água presente na neve e/ou no gelo e 0,001% é biomassa e vapor atmosférico, todas formas não diretamente aproveitáveis. Da quantidade líquida disponível ao consumo, somente 0,0076% se apresenta sob a forma de rios e lagos, e a maior parte (0,78%) constituída de água subterrânea, da qual apenas a metade é utilizável, uma vez que a outra parte se encontra situada a uma profundidade que excede a 1000m (BAIRD, 2002; SHIKLAMANOV, 1997).

A demanda mundial por água de boa qualidade cresce a uma taxa acelerada e superior à renovação do ciclo hidrológico, fato que é consenso no meio científico. Segundo WMO (1997) e Tundisi (2003), o consumo mundial no século XX, entre 1900 e 2000, cresceu numa faixa que variou entre seis e dez vezes e continua a crescer com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial, podendo se tornar uma das maiores pressões antrópicas sobre os recursos naturais do planeta, no próximo século.

Afirmam Bassoi & Guazelli (2004)

“em todo o mundo, a agricultura consome cerca de 69% da água captada, sendo 23% utilizados na indústria e os 8% restantes destinados ao consumo doméstico. Em termos globais, as fontes de água são abundantes; no entanto, quase sempre são mal distribuídas na superfície da Terra. Mesmo no Brasil, que possui a maior distribuição hídrica do planeta, com cerca de 13,8% do deflúvio médio (5.744 km³/ano), essa situação não é diferente, visto que 68,5% estão na região Norte, na qual habitam cerca de 7% da população brasileira; 6% estão na região sudeste, com quase 43% da população e pouco mais de 3% estão na região Nordeste, na qual habitam 29% da população.”

As atividades humanas nas diversas partes da Terra têm o consumo de água tão elevado quando comparado com a oferta, ou seja, com a capacidade de reposição através do ciclo hidrológico. E isto começa a reduzir a disponibilidade de água superficial; desta forma se intensificam as explorações subterrâneas e os recursos hídricos não suportarão as pressões e serão rapidamente esgotados, uma vez que a reposição através do ciclo hidrológico não será suficiente para equilibrar esta equação. Situação como essa pode desenvolver sérias limitações para o desenvolvimento de uma região, restringir o atendimento às necessidades humanas, degradar ou poluir ecossistemas aquáticos e, na pior das hipóteses, levar a um estado de escassez.

É sabido que sempre houve enorme dependência dos recursos hídricos para o desenvolvimento socioeconômico e que a água funciona como fator do desenvolvimento, pois a mesma é utilizada para diversas atividades que estão diretamente relacionadas com a economia (local, regional, nacional e internacional). Os usos múltiplos que se faz da água estão sendo acelerados em todas as regiões, Países e continentes, isto é consensualmente divulgado nos meios técnicos e científicos. Estes usos aumentam na mesma proporção que as atividades econômicas se diversificam e as necessidades de água aumentam para atingir níveis de sustentação compatíveis com as pressões da sociedade de consumo, a produção industrial e agrícola.

O uso indiscriminado dos recursos naturais, sem analisar as suas inter-relações, tem comprometido a sustentabilidade de diversos ecossistemas. Mota (2001) tem essa mesma concepção ao afirmar que a desintegração dos ecossistemas é reflexo dos processos antrópicos e econômicos, e que as atividades antrópicas geram entropia de alta intensidade que conduz o meio ambiente (recurso hídrico) para a desagregação e para a morte. Dessa forma, o aumento e a diversificação dos usos múltiplos dos recursos hídricos resultarão em uma diversidade de impactos, das mais variadas amplitudes, exigindo diferentes tipos de análises e monitoramentos.

É imprescindível que se considere a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais e adote um modelo de desenvolvimento ecológico e socialmente sustentável, que corresponda a mudança social, que articule espacial e temporalmente, desenvolvimento econômico, equilíbrio ecológico, qualidade de vida e a igualdade social, imperativamente embasado em prudência ecológica, eficiência econômica e justiça social, na participação da sociedade civil na formulação e gestão de políticas efetivas.

Mas o problema central é, portanto, como introduzir mudanças que caminhem na direção de se obter sustentabilidade ambiental. Este problema é complexo, multidimensional, interdisciplinar, portanto, exige novas abordagens de gestão, pois os planejamentos atuais não conseguiram soluções efetivas. Segundo Santos (2004) isso ocorre porque:

“são fracos em modelos ecológicos e tratam a dimensão política de forma simplista. A participação pública e a interpretação das representações sociais são ainda tratadas de forma amadora... Pincelam quadros de qualidade de vida, destacam a conservação de áreas verdes e a preservação de espécies raras, mas, dentro desses contextos, suas bases inconsistentes de conhecimento transformam-se sem dúvida, em documentos obsoletos.”

Segundo Odum (1998) a solução para esta problemática perpassa por uma visão holística da realidade complexa que a partir de uma abordagem sistêmica deve buscar o entendimento integral dos fenômenos, encerrando, de imediato, a necessidade de uma abordagem multidisciplinar e integradora, que internalize as diversas dimensões da realidade, como por exemplo, a ambiental, a econômica, a social, a cultural, a física, a tecnológica, a ideológica, a política e a institucional, dentre outras. Essas dimensões podem

ser agrupadas de forma variável. Sachs (2002), por exemplo, concebe desenvolvimento sustentável a partir de cinco dimensões que ele chama de pilares da sustentabilidade os quais compreendem as dimensões: social, ecológica, econômica, geográfica e a cultural.

Como visto a solução para a problemática vai de encontro ao gerenciamento ambiental integrado, que deve ser holístico e partir da premissa que os recursos ambientais são finitos.

Nesta concepção a alternativa para mudança deste contexto perpassa pela gestão ou gerenciamento dos recursos ambientais, definida segundo Freitas (2000), como:

“um conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos ou socioculturais interativos, objetivando compatibilizar o uso, o controle e a proteção deste recurso ambiental, disciplinando as respectivas ações antrópicas, de acordo com a política estabelecida para o mesmo, de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável.”

A partir dos anos 70, preocupados com o agravamento da problemática ambiental inicia-se em escala mundial a discussão sobre as consequências sociais, econômicas e ambientais inerente ao modelo de desenvolvimento existente, que levaram a primeira Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de Estocolmo, em 1972, e posteriormente, a Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente, de janeiro de 1992, realizada em Dublin, responsável pela formulação das estratégias e programas de ação que seriam apresentados na Conferência Mundial sobre Meio Ambiente do Rio de Janeiro, em 1992, conhecida como Rio 92, da qual participaram integrantes de mais de 170 países; na qual foram consolidados compromissos com o objetivo de estabelecer uma nova e justa parceria global mediante a criação de novos níveis de cooperação entre os Estados, os setores-chaves da sociedade e os indivíduos, trabalhando com vistas à conclusão de acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global de meio ambiente e desenvolvimento, reconhecendo a natureza integral e interdependente da Terra, nosso lar, foi promulgada a Declaração do Rio de Janeiro contendo vinte e sete princípios dos quais se destacam os seguintes por se aplicarem ao presente trabalho:

Princípio 1 - os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza;

Princípio 2 - Os Estados, de acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas de meio ambiente e de desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional;

Princípio 7 - Os Estados irão cooperar, em espírito de parceria global, para a conservação, proteção e restauração da saúde e da integridade do ecossistema terrestre;

Princípio 23 - O meio ambiente e os recursos naturais dos povos submetidos à opressão, dominação e ocupação serão protegidos.

Já a Agenda 21, no capítulo 18, considerando que a água é necessária em todos os aspectos da vida, estabelece como objetivo geral a manutenção da oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta e, ao mesmo tempo, a preservação das funções biológicas, hidrológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo os vetores das doenças transmissíveis pela água.

No Brasil, a legislação, principalmente, da década de oitenta, já aponta nesta direção, mas foi a Lei N.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, influenciada pelo cenário mundial e principalmente pela Rio 92, que instituiu a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e impulsionou a gestão de recursos hídricos, definindo fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos. Esta lei define ainda as responsabilidades de gestão dos recursos hídricos entre Estados, União e Municípios (GRAFF, 2000; FILHO *et al.*, 2000; PIOLI, 2002; PORTO & KELMAN, 2005).

Nas regiões áridas e semiáridas, a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram, continuamente, novas fontes de recursos para complementar a pequena disponibilidade hídrica ainda disponível.

Os impactos ambientais negativos em recursos hídricos, resultado de ações antrópicas, são severos para a população humana, pois afetam todos os aspectos da vida diária das pessoas, a economia regional e nacional e a saúde humana; e têm consequências

que podem ser resumidas em: degradação da qualidade da água superficial e subterrânea, aumento das doenças de veiculação hídrica e impactos na saúde humana, diminuição da água disponível *per capita*, aumento no custo da produção de alimentos, impedimento ao desenvolvimento industrial e agrícola e comprometimento dos usos múltiplos e aumento dos custos de tratamento de água.

Sánchez (2003) estudando o processo de ocupação urbana em áreas de proteção a mananciais na região metropolitana de São Paulo, observou que em 40 municípios vem ocorrendo aumento de demanda por água, resultante da intensa expansão urbana e que a qualidade do abastecimento, o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida são comprometidos por expansões desordenadas, loteamentos irregulares e clandestinos em áreas de mananciais.

Carvalho *et al* (2004) realizaram um estudo de caracterização físico-química do rio Taquari, em Araguatins-TO, observando boa qualidade da água, mas que atividades de risco desenvolvidas ao longo de seu curso podem comprometer, em curto espaço de tempo, esta qualidade, e, portanto, afetar a população local. Assim, a necessidade de gestão das águas torna-se evidente ao analisarmos os fatos recentes que têm trazido prejuízos advindos de manejos inadequados de recursos hídricos na região Norte do Tocantins, onde casos de cegueira correlacionados ao banho no rio Araguaia levou a interdições de praias em algumas cidades banhadas por este rio na região. Incluindo-se a cidade de Araguatins, cujo prejuízo econômico devido à perda no turismo local afetou o comércio, ocupação hoteleira, atividades festivas e arrecadação municipal. Inúmeros outros casos são reportados na literatura, cujas avaliações do uso inadequado dos recursos hídricos afetam a qualidade de saúde pública, sistema ecológico e o abastecimento industrial e doméstico.

Segundo Almeida & Oliveira (2003), o ritmo acelerado em que vem ocorrendo a degradação ambiental acaba por transformar regiões que outrora eram prósperas em áreas que perderam consideravelmente sua produtividade como, por exemplo, em várias regiões da bacia do Mediterrâneo, Nordeste do Brasil, Centro e Oeste da Índia, grande parte do Oriente Médio, dentre muitas outras regiões.

3.2. Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei n°. 9433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentou

o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e alterou o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990 que, modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Esta Lei representa um novo marco institucional no Brasil, ao incorporar princípios, normas e padrões de gestão de água totalmente aceitos e executados em diversos países. Tem como fundamentos: a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O texto legal estabelece que os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos são: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; à prevenção e à defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

É importante ressaltar que esta Lei proclama as seguintes diretrizes gerais para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

1. Gestão integrada dos aspectos quantidade e qualidade;
2. Adequação às diversidades físicas, bióticas, demográficas, sócio-econômicas e culturais;
3. Integração à gestão ambiental;
4. Articulação com usuários e nos planejamentos regional, estadual e nacional;
5. Articulação com o uso do solo;
6. Integração entre bacias hidrográficas, sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Outro aspecto relevante são os seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

Os Planos de Recursos Hídricos;

O enquadramento dos corpos de água em classes;

A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

A cobrança pelo uso de recursos hídricos;

A compensação a municípios

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos e terão o seguinte conteúdo mínimo: diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

3.3. Recursos Hídricos no Semiárido

O problema da escassez de água no semiárido nordestino brasileiro decorre do baixo índice pluviométrico anual, agravado pela irregularidade das chuvas. Além disso, há uma predominância de solo raso, pouco protegido pela vegetação, os quais retêm pequena parcela das águas precipitadas. Em relação às águas subterrâneas, é consensual que os terrenos da região, em grande parte, são cristalinos, apresentam baixa permeabilidade, reduzida capacidade de retenção natural de água e alto teor de sal.

O déficit de água de boa qualidade, produto da intervenção e modificação ambiental cujo processo encontra-se acelerado, atinge a humanidade não somente pela sede, principal consequência da escassez de água, mas também por doenças e queda de produção de alimentos, gerando tensões sociais e políticas que, por sua vez, podem acarretar guerras.

A escassez de água já é uma realidade, não apenas nas regiões semiáridas, mas, no mundo todo e, tem como principal precursor o crescimento populacional aliado à intensificação da poluição, ao uso irracional, às secas, às erosões do solo, à desertificação,

que têm resultado em problemas relacionados à redução para o atendimento das necessidades mais elementares da população.

Atualmente, grande parte do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, forçando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias.

Na região Nordeste, que conta com 29% da população e apenas 3,3% dos recursos hídricos nacionais, o Estado da Paraíba é um dos mais carentes de água. Com cerca de 85% do seu território inseridos no Semiárido, região onde as estiagens ocorrem de forma periódica, o Estado tem nessa limitação um dos maiores entraves ao desenvolvimento socio-econômico. A Zona Semiárida do Estado possui uma área de 43.513,65 km, representando 77,1% do total do estado, sendo a zona de maior número absoluto de habitantes. Sua população, em 2000, era de 1.296.737 pessoas. Fica sobre o Sistema Cristalino que ocupa uma área de cerca de 87% do território estadual, tendo seus recursos repartidos entre as bacias hidrográficas do Piranhas, Paraíba, Jacu, Curimataú, Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Gramame. Nesta área, os cursos d'água são efêmeros, ou seja, a alimentação dos cursos d'água pelo sistema aquífero ocorre durante o período chuvoso. É uma região do estado rica em recursos minerais, onde também estão sendo observados graves problemas de poluição referentes à qualidade do ar nas unidades de beneficiamento, às formas de deposição dos resíduos minerais, à destruição da mata nativa para obtenção da lenha usada como combustível ou na calcinação do calcário e no beneficiamento da bentonita, e, conseqüentemente à extinção da fauna (PARAIBA,2006) .

3.4. Política Estadual de Recursos Hídricos

O Estado da Paraíba, como diversos Estados Brasileiros (São Paulo - Lei 7663/91, Ceará – Lei 11.996/92, Minas Gerais – Lei 11.504/94, Rio Grande do Norte – Lei 6908/96, dentre outros) se antecipou à Lei Federal 9433/97, elaborando a Lei nº 6038, de 02 de julho de 1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e suas diretrizes. Esta Lei tem como objetivo assegurar o uso integrado e racional destes recursos, visando à promoção do desenvolvimento e do bem-estar da população do Estado da Paraíba, baseada nos seguintes princípios: O acesso aos Recursos Hídricos é direito de todos e objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana; os Recursos Hídricos são um

bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser tarifada; a bacia hidrográfica é uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos Recursos Hídricos; o gerenciamento dos Recursos Hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses Recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico; o aproveitamento dos Recursos Hídricos deverá ser feito racionalmente, de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio-ambiente; o aproveitamento e o gerenciamento dos Recursos Hídricos serão utilizados como instrumentos de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca, de inundações, do desmatamento indiscriminado, de queimadas, da erosão e do assoreamento.

O texto legal diz ainda que a Política Estadual de Recursos Hídricos será desenvolvida de acordo com as seguintes diretrizes: organização da oferta de água para as diversas demandas e, em qualquer circunstância, priorizando o abastecimento da população humana; proteção dos Recursos Hídricos contra ações comprometedoras da sua qualidade, quantidade e usos; estabelecimentos em conjunto com os municípios de um sistema de alerta e defesa civil, quando da ocorrência de eventos extremos, tais como secas e cheias; compatibilização dos programas de uso e preservação dos Recursos Hídricos com os da União, dos Estados vizinhos e dos municípios, através da articulação intergovernamental; maximização dos benefícios socioeconômicos nos aproveitamentos múltiplos dos Recursos Hídricos e racionalização do uso dos Recursos Hídricos superficiais e subterrâneos, evitando a exploração inadequada; estabelecimento de prioridades no planejamento e na utilização dos Recursos Hídricos de modo a se evitar ou minimizar os conflitos de uso; distribuição dos custos das obras públicas de aproveitamento múltiplo, ou de interesse coletivo, através do princípio do rateio entre as diversas esferas de governo e os beneficiários; fixação das tarifas, considerando-se os aspectos e condições socioeconômicas das populações usuárias; estabelecimento de áreas de proteção aos mananciais, reservatórios, cursos de água e demais Recursos Hídricos no Estado, sujeitas à restrição de uso; contudo, com a promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9433/97, ressalta-se que alguns ajustes devem ser feitos à Lei Estadual.

3.5. Usos Múltiplos

No Brasil, o uso dos recursos hídricos ocorreu tradicionalmente de forma assimétrica, privilegiando o setor elétrico, mas por volta dos anos setenta, outros setores

impulsionados pelo crescimento econômico passaram a reivindicar igualdade de direito ao uso da água. Segundo Carrera-Fernandez & Garrido (2001), foi assim que floresceu o princípio dos usos múltiplos, segundo o qual a água deve ser equidistantemente acessível a todos os setores interessados em seu uso. Para estes autores, o reconhecimento dos usos múltiplos como um dos princípios do setor tem a mesma importância que tem a necessidade de se evitar ou se eliminar os conflitos pela água entre os usos.

Segundo determinação da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9433/97, os usos múltiplos das águas devem ser contemplados por ocasião da implantação do Plano de Recursos Hídricos, quando for abordar “as prioridades para a outorga de direitos de recursos hídricos” (art. 7º, inciso VIII).

A multiplicidade de usos é enorme e não está contemplada em sua totalidade na Lei 9433/97. Entre os usos citados no texto legal, tem-se: o abastecimento público; o abastecimento industrial; o consumo final, o lançamento de esgoto e demais resíduos líquidos e gasosos, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. Cita-se ainda o transporte aquaviário, irrigação, aquicultura, esporte e lazer. Conforme Machado (2005):

“Há vedação legal de ser privilegiado um uso ou somente alguns usos. O estudo da viabilidade ecológica da outorga de vários e concomitantes direitos de uso é matéria imperativa em face do art. 1º, VI, e diante do art. 13, parágrafo único, que afirma: A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplos destes. Ao Poder Público está explicitamente proibida a outorga de direito de uso que somente possibilite um único uso das águas. Portanto, devem ser anulados, administrativamente ou judicialmente, atos de outorga de direito de uso e plano de recursos hídricos que ofendam essas norma legais.

Com justeza, ao tratar da integração de estratégias, diz o Prof. espanhol Ramon Martín Mateo: Exigir-se-á por uma parte a atuação sobre massas de água que constituam um sistema comum e, por outra ou sucessivas utilizações, descartando em princípio, salvo exceções, a exclusividade e o respeito de direitos prioritários dos concessionários individuais, ainda que estes venham fundamentados em velhos e sólidos critérios normativos”.

A água de um açude no Nordeste Brasileiro é utilizada de inúmeras maneiras pelo homem, para diversos fins, dentre estes, cita-se:

3.5.1. Abastecimento Doméstico

É considerado o uso mais nobre da água, uma vez que nós seres humanos dependemos dela para sobrevivência. A água usada para abastecimento doméstico tem prioridade sobre outros usos, garantido pela Lei Federal nº 9433/97, que estabelece em seu artigo 1º, inciso III, que em condições de escassez, deve-se priorizar o abastecimento humano e a dessedentação de animais. Deve atender elevados padrões de qualidades, tais como ausência de patógenos e substâncias tóxicas, para não causar danos à saúde dos homens.

3.5.2. Abastecimento Industrial

Na indústria, a água está presente em várias partes do processo produtivo, como por exemplo, na diluição, lavagem, resfriamento, fluido de transporte, composição de determinados produtos, dentre outros. Isto requer diferentes níveis de qualidade, que depende de como a mesma será usada. Há usos que requerem padrões elevados enquanto outros são menos exigentes. Assim, uma indústria pode necessitar de água com diferentes graus de qualidade (MIERZWA & HESPANHOL, 2005).

3.5.3. Irrigação

A irrigação, depois do consumo humano, talvez seja o uso mais antigo de água. Esta atividade demanda enorme quantidade de água, sendo responsável por setenta por cento (70%) do consumo de água doce no mundo.

A quantidade e qualidade de água usadas na agricultura dependem do tipo de cultura a ser irrigada, culturas ingeridas cruas requerem águas isentas de organismos patogênicos, enquanto que alimentos consumidos cozidos são mais flexíveis em relação aos níveis destes poluentes. Afirmam Ayers & Westcot (1999), que o aspecto de qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização, todavia, esta situação está se alterando em muitos lugares.

Outro aspecto fundamental que deve ser observado está relacionado aos problemas que podem resultar de um manejo inadequado, como, por exemplo: salinização dos solos, fertilização dos corpos hídricos e contaminação por defensivos agrícolas, dentre outros.

Vale ressaltar que sérios conflitos têm sido causados em nosso país pela deterioração da qualidade das águas, associada ao uso da água pela agricultura e pecuária (TELLES & DOMINGUES, 2006).

3.5.4. Harmonia Paisagística

Lynch (1999) coloca que “Uma boa imagem ambiental oferece a seu observado um importante sentimento de segurança emocional. Ele pode estabelecer uma relação harmoniosa entre ele e o mundo à sua volta. (...) Na verdade, um ambiente característico e legível não oferece apenas segurança, mas também reforça a profundidade e a intensidade, potenciais da experiência humana”. Segundo Von Sperling et al (2006) desde a antiguidade vem sendo destacada a beleza inerente a ambiente aquático inserido à paisagem urbana. No Nordeste Brasileiro, principalmente em áreas urbanas, a presença de um açude tem contrastado com edificações exercendo sensações agradáveis. Sem dúvidas a presença de um açude é um aspecto de grande impacto para a comunidade circunvizinha que interage com o recurso hídrico das mais variadas formas.

3.5.5. Recreação

O uso dos recursos hídricos para recreação não afeta o balanço hídrico, porém exige elevados padrões de qualidade, principalmente, em relação a organismos patogênicos e substâncias tóxicas.

A água para fins recreativos é usada de dois modos distintos: contato primário, quando há contato direto e prolongado com o corpo do usuário (natação, mergulho, banho recreativo, esqui aquático e surfe); contato secundário, quando o contato com a água é casual (navegação esportiva, pesca) (MOTA, 1997; MIERZWA & HESPANHOL, 2005; BASSOI & GUAZELLI, 2004).

A WHO (2009) calcula que oitenta por cento (80%) de todas as doenças no mundo em desenvolvimento estão associadas à água e que o número de morte anual excede cinco milhões de pessoas, sendo que mais da metade são crianças. O risco de doença ou morte

prematura de seres humanos pelo contato com a água contaminada, quando estão se divertindo em águas de baixa qualidade é alto, devido, principalmente a presença de microrganismo patogênico. Os perigos que são encontrados nesses ambientes aquáticos usados para recreação variam de local para local, como faz a natureza e extensão da exposição. Águas recreativas geralmente contêm uma mistura de microrganismos patogênicos e não-patogênicos em concentrações variadas. E os principais agentes biológicos existentes em águas poluídas são bactérias patogênicas, vírus, fungos, algas e protozoários. As bactérias patogênicas encontradas na água constituem a principal fonte de morbidade em humanos. São responsáveis pelo grande número de doenças (disenteria, diarreias e febre tifóide) com resultados letais. Dentre os vírus frequentemente encontrados nas águas são os da poliomielite e da hepatite A e B. Já entre os protozoários normalmente encontra-se a *Entamoeba histolytica*, responsável pela amebíase e suas complicações, *Giardia* e *Cryptosporidium* dentre outros. Estes microrganismos podem ser derivados de efluentes de esgoto, da população que usa a água para recreação, de animais (gado, ovelha), de processos industriais, de animais domésticos (cachorros) e da vida selvagem. Além das enfermidades acima citadas, os banhistas podem ser acometidos por infecções respiratórias, nas orelhas, nos olhos, na cavidade nasal e pele, que também podem ser adquirida pelo contato com a água contaminada. A WHO (2009) afirma que diversos estudos epidemiológicos mostraram vários resultados de saúde adversos (incluindo gastrointestinal e infecções respiratórias) que podem ser associados à inalação ou ingestão de água contaminada ou o contato com organismos aquáticos patogênicas que vivem em água recreativa poluída. Isto pode resultar em um fardo significativo de doença e perda econômica.

3.5.6. Preservação da Fauna e da Flora

Assim como os seres humanos, os demais seres vivos precisam de água de boa qualidade para sua sobrevivência. Tanto animais quanto vegetais podem ser vitimados quando em contato com água em condições inferiores às suas necessidades. Desta forma independente do uso que se faça de um corpo hídrico, o equilíbrio do ecossistema aquático deve ser garantido (MOTA, 1997; MIERZWA & HESPANHOL, 2005).

3.5.7. Lazer Contemplativo

Este uso está relacionado à serenidade que o ambiente aquático exerce sobre os seres humanos. Isto se deve à suavidade da brisa refrescante, a visualização contemplativa da superfície da água que transmite um estado de tranquilidade. (VON SPERLING et al, 2006).

3.5.8. Práticas Esportivas

É comum, em cidades como Sobral – CE e Campina Grande – PB, o desenvolvimento de atividades esportivas como corridas, caminhadas matinais e ao entardecer às margens de açudes. Dizem Von Sperling et al (2006) que o exercício destas modalidades de esporte e lazer proporcionam maior vínculo entre os usuários do ambiente, aumentando, conseqüentemente, a sensação de segurança das pessoas que desfrutam destes benefícios.

3.5.9. Aquicultura

A água também pode ser utilizada para a produção racional de organismos aquáticos em quaisquer de suas fases de desenvolvimento, este uso é chamado de aquicultura, como exemplo desta atividade tem-se: a criação de peixes, rã, moluscos, algas marinhas, etc. Contudo, o padrão de qualidade de água exigido nesta atividade é bastante elevado, principalmente em relação a substâncias bioacumulativas ou que possam afetar a saúde dos plantéis e tratadores (MIERZWA & HESPANHOL, 2005).

3.5.10. Diluição, Transporte e Disposição Final de Efluentes

Os recursos hídricos têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração, por isso são utilizados indiscriminadamente para estes fins. O lançamento, transporte e diluição de efluentes também são formas de usos menos nobres da água, inclusive previstas na Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal nº 9433/97, e no Estado da Paraíba na Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 6038/96.

3.6. Degradação e Poluição Ambiental

Independentemente da possibilidade de múltiplas concepções sobre o conceito de degradação ambiental, neste trabalho o sentido de degradação se refere a uma “redução no grau ou categoria inferior”, ou “alterações na homeostase de um sistema”, de tal forma que haja uma redução em sua produtividade. Em relação ao meio ambiente, não se referem apenas aos elementos da “natureza”, ao ambiente natural ou ecossistema, mas ao produto de uma complexa e particular relação entre os elementos do suporte oferecidos pela natureza (terra, água, ar, etc.) e ambiente socialmente construído (suas estruturas físicas, sociais, culturais, padrões, tc.). Degradação, neste caso, refere-se à totalidade do ambiente (natural, físico e social). Uma visão da degradação do ambiente, balizada nestes termos descrito acima, traz à tona, explicitamente, o problema do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade da vida no campo. A degradação é equivalente a um aumento da vulnerabilidade da sociedade global, operando no nível físico, ecológico e social como entendido por Wilches-Chaux (1993), o meio ambiente degradado seria “uma expressão que resume a vulnerabilidade à desastres ambientais. Diminuição da capacidade do ambiente para satisfazer as necessidades e os objetivos sociais e ecológicos (ISDR, 2002, ISDR, 2009). Os efeitos potenciais são variados e podem contribuir para o incremento da vulnerabilidade, frequência e intensidade das ameaças naturais. Dentre os tipos de degradação induzidos pelo ser humano, cita-se alguns exemplos, como: degradação da terra, desmatamento e desertificação, incêndios florestais, perda de biodiversidade, a poluição do ar, terra e água, alterações climáticas, aumento do nível do mar, a perda da camada de ozônio.

Processos induzidos por as ações e atividades humanas que danificam a base de recursos naturais ou que afetam de maneira adversa os processos naturais e dos ecossistemas, reduzindo sua qualidade e produtividade, como efeitos variados que incluem a transformação de recursos em ameaças de sócio-natural. A degradação ambiental pode ser causada por uma perda de resiliência dos ecossistemas e do ambiente, o que os torna mais propensos a sofrer impactos e mudanças com a ocorrência do fenômeno físico. Já que a perda de resistência pode levar a novas ameaças de sócio-natural (LAVELL, 2003).

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD, 1997) define degradação da terra como “a redução ou perda, nas zonas áridas, semiáridas e

subúmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas, devido aos sistemas de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo-se os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como”:

I. a erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água;

II. a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo, e

III. a destruição da vegetação por períodos prolongados.

Por terra entende-se o sistema bio-produtivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, outros componentes da biota e os processos ecológicos e hidrológicos que se desenvolvem dentro do sistema.

No Brasil, a Lei 6938/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente conceitua degradação ambiental como “a alteração adversa das características do meio ambiente”. Esta mesma Lei também define poluição como sendo “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

Trata-se de um conceito abrangente, ao incluir a proteção do homem; do patrimônio público e privado; do entretenimento; da flora e da fauna; do patrimônio cultural, artístico, arqueológico e natural e da qualidade de vida.

A degradação ou poluição ambiental é um problema que a sociedade vem enfrentando atualmente, não só em regiões urbanas, onde sua ocorrência resulta na deterioração mais intensa da qualidade de vida, mas também na zona rural, onde populações, na maioria das vezes, são vitimadas em função das pressões exercidas pelo consumismo exacerbado dos centros urbanos.

Com a crescente degradação ambiental, diferentes áreas da ciência vêm trabalhando juntas para resolver problemas relacionados à saúde do planeta e ao bem-estar dos seus ocupantes. Surgem novas áreas de pesquisas interdisciplinares e novas ciências, que reúnem dados dos diversos campos do conhecimento humano. A compreensão da complexidade ambiental exige uma abordagem multidisciplinar que supere a fragmentação

das diversas áreas do conhecimento. É necessário se apropriar da contribuição de várias disciplinas (conteúdo e métodos) para se construir uma base comum de compreensão e atuar sobre o problema ambiental.

No estudo da degradação ou poluição ambiental, faz-se necessário compreender as relações entre os elementos constituintes do meio ambiente, no sentido mais amplo deste conceito, entender os processos e fenômenos (natural e social) que envolvem este sistema complexo e suas inter-relações; principalmente com as diferentes formas de interferência antrópicas. Logo, faz-se necessário empreender ações que levem em consideração as características ambientais do meio em estudo, a fim de se obter um diagnóstico ambiental realista do contexto existente.

Desta forma, a recuperação de áreas degradadas pressupõe o conhecimento espacial e temporal (origem, evolução e estágio da degradação instalada), o que requer a contribuição de vários campos técnico-científicos que lidam com a questão ambiental.

Diante da crescente degradação, os ecossistemas aquáticos acabam servindo como depósitos de uma grande variedade e quantidade de poluentes lançados no ar, no solo ou diretamente nos corpos d'água. Assim, a poluição do ambiente aquático, provocada pelo homem, direta ou indiretamente, produz efeitos deletérios, tais como: prejuízo aos seres vivos, perigo à saúde humana, efeitos negativos às atividades aquáticas (pesca, lazer, etc.) e prejuízo à qualidade da água com respeito ao uso na agricultura, indústria e outras atividades econômicas (MEYBECK & HELMER, 1996).

Tratando-se de ambiente aquático, a degradação ocorre quando a qualidade e a vazão do corpo hídrico forem alteradas; quando há alterações das características físicas, químicas, biológicas; quando a flora e a fauna forem alteradas ou destruídas, removidas e quando o desenvolvimento socioeconômico for inviabilizado, pode ocorrer de duas formas: devido à utilização dos recursos hídricos ou em função das externalidades negativas, geradas pelos processos produtivos e do consumo (universalmente conhecidos como poluição ou emissão de poluentes).

Para Bassoi (2005), o conceito de poluição das águas deve associar o uso com a qualidade. Assim, poluição das águas é definida como a alteração das suas características físicas, químicas ou biológicas que prejudiquem um ou mais de seus usos pré-estabelecidos. Mas para Abraham e Beekman (2006), grande parte da degradação das terras secas está interligada ao uso inadequado das terras através de atividades que incluem: pastoreios excessivos, cortes de vegetação para uso como combustível,

esgotamento do solo por cultivo, salinização, drenagem da umidade e planejamento de obras ou ações estruturantes.

3.7. Fontes de Poluição Hídrica

Os poluentes chegam às águas, por meio de precipitações, escoamentos superficiais, infiltrações ou lançamentos diretos de efluentes e resíduos sólidos. Mota (1997) classifica as fontes de poluição em pontuais (localizadas) quando o lançamento da carga poluidora é feito de forma concentrada, em determinado local e; difusa (não-localizada) quando os poluentes alcançam um manancial de modo disperso, não se determinando um ponto específico de introdução. De acordo com este autor as principais fontes de poluição das águas superficiais são: esgoto doméstico, esgoto industrial, águas pluviais carregando impurezas do solo ou contendo esgotos lançados nas galerias, resíduos sólidos, pesticidas, fertilizantes, detergentes, precipitação de poluentes atmosféricos sobre o solo ou água, alterações nas margens dos mananciais, erosão, dentre outros.

No Estado da Paraíba o processo de erosão dos solos, a montante dos açudes vem comprometendo os recursos hídricos superficiais, disponíveis em rios e reservatórios do semiárido. Os solos utilizados na agricultura em bacias irrigadas por falta da adoção de práticas e de manejo e drenagem adequados, vêm sendo submetidos a danos muitas vezes irreparáveis, comprometendo o aproveitamento das áreas potencialmente irrigáveis, assim como os recursos hídricos do Semiárido. No tocante à exploração mineral, a situação também é preocupante, posto que esta ocorre de forma bastante irracional, principalmente no Cariri e no Seridó, e contribui intensamente para agravar o estado dos recursos hídricos, já tão escassos na região (PARAIBA, 2006).

3.8. Poluição Agrícola

As práticas agrícolas sempre exercem uma grande influência sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas e podem causar sérios problemas em determinadas circunstâncias. Sua influência é grande porque, geralmente, ocorrem em áreas de recarga (Faustino 2007). A diferença essencial entre fontes de poluição e práticas agrícolas é que estas são fontes difusas. Os contaminantes em potencial são: resíduos líquidos e toda a gama de diferentes produtos químicos aplicados nas culturas, tais como: pesticidas,

compostos orgânicos e inorgânicos de nitrogênio, fósforo e potássio, presentes em fertilizantes comerciais (FAO, 1981).

A FAO (1981) distingue dois tipos de processo contaminantes de águas: pontuais que afetam áreas muito localizadas, e os difusos que provocam poluição dispersa em grandes áreas, nas quais não é fácil identificar um foco principal.

Entre as atividades que normalmente causam poluição pontual são mencionados: 1) percolado de resíduos urbanos e vazamentos de esgoto que infiltram no solo, 2) lixiviados de aterro industrial, resíduos de minas, armazenamento de resíduos radioativos ou tóxicos disposto de maneira inadequada, posto de gasolina com vazamento, e 3) as fossas sépticas e acúmulo de chorume provenientes da agropecuária. A poluição difusa geralmente tem origem no: 1) uso excessivo de fertilizantes e pesticidas na agricultura, silvicultura ou práticas florestais, 2) exploração excessiva dos aquíferos facilitam que águas salinas invadam as zonas de água doce.

3.9. Monitoramento e Qualidade de Água

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida: em função da presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações e, segundo a composição e estrutura da biota aquática presente no corpo de água (MEYBECK & HELMER, 1996). Estes mesmos autores afirmam que a quantidade e a qualidade dos elementos presentes na água sofrem influência do homem, do solo da região, do clima, da geologia, da geomorfologia, da vegetação circundante, dos ecossistemas aquáticos adjacentes, condições que prevalecem na bacia de drenagem. Por conseguinte, sofrem variações temporais e espaciais em decorrência de processos internos e externos ao corpo de água, mas pode ser determinada através de medidas quantitativas e qualitativas, como determinações físicas, químicas, bioquímicas, biológicas, ou através de índices bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies.

O monitoramento da qualidade do recurso hídrico busca obter informações quantitativas e qualitativas das características da água através de amostragem, sendo realizado para se atingir propósitos específicos, como conhecimento das condições biológicas, físicas, químicas, ecológicas, enquadramentos em classes ou para fiscalização (detecção de infrações aos padrões de qualidade da água estabelecidos em lei).

O monitoramento é um sistema contínuo de observações, medições e avaliações; é a coleta de dados com o fim de obter informações sobre uma característica e/ou comportamento de um conjunto de variáveis ambientais, que consiste em um programa de repetidas observações, medidas e registro de parâmetros em um determinado período, com propósito definido. Consiste, também, em definir a localização dos pontos de coleta, escolha das variáveis, determinação da frequência, análise laboratorial, análise de dados e utilização dos dados obtidos para tomada de decisão (WARD, 1999).

Na busca de soluções para os conflitos entre os múltiplos usos da água (abastecimento doméstico, irrigação, navegação, abastecimento industrial, recreação, dentre outros) é mister a implantação de um programa de monitoramento da qualidade da água para subsidiar a avaliação das condições deste recurso, bem como, fornecer informações para orientar a tomada de decisões com relação ao gerenciamento da água. O monitoramento se constitui em um passo fundamental para o gerenciamento integrado da qualidade e quantidade de qualquer recurso hídrico.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei 9433/97, define que o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

O gerenciamento de qualidade da água exige que sejam estabelecidas formas de acompanhamento da variação de indicadores da qualidade da água, permitindo avaliar as condições de poluição e alteração de um corpo hídrico. Este controle só será exequível se for definido um conjunto de parâmetros significativos que atendam a um objetivo estipulado (PORTO, 1991). Por exemplo, se o corpo hídrico estiver destinado à recreação de contato primário, o conjunto de parâmetros de qualidade de água deverá incluir todos aqueles que indiquem alterações na água, prejudiciais aos usuários.

Segundo Porto (1991), os padrões de qualidade da água devem ser utilizados para regulamentar e controlar os níveis de qualidade a serem mantidos em um corpo d'água, dependendo do uso a que ele se destina. A utilização de padrões de qualidade atende, a dois propósitos: manter a qualidade do curso d'água ou definir uma meta a ser atingida e ser a base para definir os níveis de tratamento a serem adotados na bacia, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso d'água estabelecidas pelo padrão.

Dentre os recursos naturais de que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. Os recursos hídricos são limitantes e têm papel significativo no desenvolvimento econômico e social. O crescimento populacional e econômico deste século levou o homem a explorar, de forma predatória, os recursos hídricos. Isto envolve principalmente energia, abastecimento doméstico e industrial, aumento de produção agrícola por irrigação, transporte fluvial e marítimo, recreação, e lagos artificiais costeiros, como marinas (TUCCI, 2007). Para cada tipo de utilização são feitas exigências quanto ao limite de impurezas na água. Alguns usos requerem elevados padrões sanitários os quais são estabelecidos pela Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Existem, ainda, aqueles que fazem restrições quanto à existência de produtos químicos que possam danificar equipamentos, instalações. Assim, a qualidade desejada para determinado recurso hídrico vai depender dos usos para os quais o mesmo se destina. Por exemplo, a utilização de determinado manancial para recreação intensa pode ocasionar a modificação de sua qualidade, tornando-o inadequado para o abastecimento doméstico (MOTA, 1988).

No Brasil, a classificação dos corpos de água é estabelecida de acordo com o que determina a Resolução 357 de 15 de março de 2005, que enquadra as águas doces, salobras e salinas em treze classes através de valores individuais máximos e mínimos permitidos para cada variável (física, química e biológica) em cada classe, segundo a qualidade requerida para seus usos atuais e dos níveis que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

A preocupação com a água imediatamente conduz ao estudo do uso e ocupação do solo e o planejamento passa a envolver o próprio processo de desenvolvimento local e regional (política de recursos hídricos), que leva ao gerenciamento dos recursos hídricos. Até há pouco tempo, a preocupação mundial estava voltada apenas para a gestão dos conflitos entre diferentes usos da água. Hoje, o foco se direciona para o aproveitamento otimizado dos recursos dos naturais, não só melhorando a qualidade de vida regional e local, mas também respeitando a capacidade suporte dos ecossistemas.

Barbosa (2006) expôs a situação do Sistema de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba a partir da década de noventa, quando foram aprovadas as primeiras legislações sobre o assunto. Este sistema tem como aspectos centrais o gerenciamento dos recursos, o desenvolvimento sustentável e aproveitamento múltiplo do uso da água. Atualmente, programas regionais estão sendo constituídos para proteção e manejo sustentável e o

conceito que norteia estas ações baseia-se nas bacias hidrográficas como unidade de planejamento, no entanto, conclui o autor que vem ocorrendo no Estado um processo desconcentrador com relativa centralização pelo Poder Executivo da gestão de recursos hídricos.

Luchine (1999) analisando o sistema de gestão da Bacia do rio Paraíba do Sul, identificou como os principais desafios à implementação da gestão dos recursos hídricos erigidos sob os ditames da Lei 9.433, a ampliação e mudança da base institucional de decisão, a integração das entidades de recursos hídricos, a capacitação institucional e técnica, a mobilização social, a descentralização dos recursos oriundos da cobrança, a integração da gestão em bacias transfronteiriças e a implementação de sistemas de gerenciamento.

Cordeiro (1997) expondo o programa de bacia hidrográfica de minas, mostra que há congregação de intervenções localizadas de monitoramento contínuo, de forma preventiva, buscando a sustentabilidade da situação ambiental com ações corretivas. Afirma, ainda, que o programa compõe-se do levantamento das atividades ocorrências físicas e bióticas da bacia; e do diagnóstico da qualidade da água, uso e ocupação do solo. E que somente após essas etapas o plano de gerenciamento poderá ser estabelecido. Procedimento semelhante tem sido adotado recentemente para as bacias dos rios Barra Mansa, Bananal, Brandão e Turvo, afluentes do rio Paraíba.

Também Mota (2006), Tundisi & Tundisi (2008) ao formularem diretrizes para gestão de recursos hídricos, deliberam sobre a necessidade de uma fase diagnóstica, preditiva, com coleta e análises de dados, a qual deverá fornecer subsídios para a identificação e hierarquização dos problemas (conflitos, suas causas e efeitos). A partir desta, define-se as alternativas que poderão conduzir a solução do problema, a formulação de políticas, sua implementação e os mecanismos de avaliação dos resultados.

Já Carvalho et al (2009) realizaram o diagnóstico das condições ambientais do açude Bodocongó em Campina Grande-PB, ao final do trabalho concluíram que o saneamento, o disciplinamento do uso e ocupação do solo e a implantação da gestão participativa e consensual são fatores preponderantes no gerenciamento dos recursos hídricos, como demonstram os trabalhos de Carvalho et al (2004) e Serra (2002).

Cotidianamente cresce os conflitos entre os diversos setores usuários dos recursos hídricos (agricultura, indústria e abastecimento humano) que tradicionalmente, competem entre si pelo uso da água. A solução para esta complexa problemática perpassa pela gestão

integrada, descentralizada e compartilhada do uso, controle e conservação dos recursos hídricos (CARVALHO et al 2007). Sobral & Gama (1997) defendem uma estratégia multidisciplinar para equilibrar estes diferentes e potencialmente conflitantes objetivos do crescimento econômico e do gerenciamento ambiental. No trabalho de implementação do gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pirapama, em Pernambuco, parte do diagnóstico setorial, nos quais se incluem os estudos limnológicos do ecossistema.

Nos tempos atuais um dos campos mais importantes é a pesquisa sobre o funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Estas pesquisas possibilitam o conhecimento da estrutura e do funcionamento destes ecossistemas, viabilizando, portanto, o seu manejo e a maximização de sua produtividade (ESTEVES, 1988).

Segundo Esteves *apud* Esteves (1998), as pesquisas sobre (...) ecossistemas aquáticos podem ser realizadas em três etapas: etapa de análise, etapa de síntese e etapa holística. A etapa de análise possibilita, fundamentalmente, o conhecimento da estrutura do ecossistema e baseia-se em investigações sistemáticas das variáveis ambientais, tais como pH, condutividade, concentração de nutrientes etc. O término desta etapa permite descrever o ecossistema, no que diz respeito às suas características principais. Na etapa de síntese, as pesquisas realizadas possibilitam o manejo e conseqüentemente a maximização de sua produtividade. Já na fase holística, as pesquisas concentram-se nas interações entre o ecossistema aquático e o terrestre adjacente. Os resultados obtidos nas pesquisas sobre o metabolismo dos ecossistemas aquáticos constituem a ferramenta mais importante para as várias técnicas de seu manejo.

Os parâmetros estudados pela limnologia incluem tanto as variáveis físicas, químicas e a biota dos corpos d'água. Portanto, a obtenção dos dados hidrológicos e limnológicos é base fundamental para o desenvolvimento de um plano de conservação de água de uma região. Carvalho (1997) estabeleceu um monitoramento no ribeirão Lajeado-TO em quatro pontos de coletas de dados limnológicos, estudados por doze meses, ao final do qual traçou um grau representativo da qualidade da água da bacia. Bezerra (1997) também traça um perfil sanitário - ambiental da bacia do Rio Laranjeiras, enquanto Cordeiro (1997) faz um diagnóstico de uso e ocupação para buscar adequar às atividades humanas e à conservação de mananciais. Os parâmetros limnológicos medidos na lagoa Olho d'água - PE por Santos & Katos (1992) resultaram na avaliação e proposição de intervenções necessárias à recuperação ambiental da lagoa. Barbosa et al (1981) puderam caracterizar o grau de trofia da Lagoa Santa - MG, através de informações limnológicas.

Rodríguez (2001) também avaliou a qualidade da água dos recursos hídricos da bacia do Alto Jacaré-Guaçu-SP, através da análise das características limnológicas (variáveis físicas, químicas e biológicas). Para tanto foram efetuadas duas campanhas de amostragem uma no mês de março em 1999 e a outra em agosto deste mesmo ano. Os resultados obtidos permitiram determinar o índice de qualidade da água e indicar os impactos atuantes nesta bacia.

3.10. Indicador

O verbete Indicador provem da palavra latina *indicare*, que significa demonstrar, revelar, destacar, enunciar, expor algo. Segundo Hollanda (1974), em biologia o termo refere-se a uma entidade biológica qualquer, ou a uma comunidade, cuja presença ou ausência, em um dado sítio atesta a existência, naquele local, de determinadas condições ambientais, favoráveis ou desfavoráveis; e, em química, é uma substância que exhibe uma mudança visível, geralmente da cor, e pode ser usada para indicar a conclusão de uma reação química. Para Ferreira (2005), em economia, dado estatístico relativo à situação da economia como crescimento do produto, nível de preços, taxa cambial. Já diversos pesquisadores aplicam a palavra indicador como sinônimo de medida, usada para determinar, no decorrer do tempo, o desempenho de funções, processos, produtos, fatos e fenômenos. Conceituando-o como uma informação que permite avaliar, com relação a um dado parâmetro ou propriedade, onde estamos e para onde vamos, chegam a compará-lo a bússolas que norteia quanto à direção e a rota a ser seguida. Segnestam (2002) diz que os indicadores são ferramentas básicas para analisar mudanças, pois atuam como base para avaliação, fornecendo informações sobre condições e tendências do desenvolvimento sustentável. Desta maneira, indicadores podem ser considerados medidas indiretas de um conceito mais amplo, que não pode ser ou não é medido diretamente.

Para Maranhão (2007), um indicador pode, então, ser conceituado como uma ferramenta de avaliação referida a uma característica específica e observável, mensurável em escala quantitativa ou qualitativa, ou a uma mudança que pode ser avaliada em relação a um critério previamente selecionado, e que mostra a evolução de uma política ou de um ou mais programas implementados em relação a essa característica ou critério, ou o progresso relativamente ao atingimento de um resultado determinado, habilitando os tomadores de decisão a avaliar a necessidade/oportunidade de uma intervenção corretiva

e/ou estimar o progresso rumo aos resultados, metas e produtos perseguidos ou, ainda, os impactos de uma determinada ação.

Januzzi (2002 p.55) define indicadores sociais como uma

“medida, dotada de significado substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito abstrato, de interesse teórico (para a pesquisa acadêmica) ou programático (para a formulação de políticas). É um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo sobre um aspecto da realidade ou sobre mudanças que nela estão ocorrendo”.

Referindo-se aos indicadores, Magalhães Junior (2007) define-os como informações de caráter quantitativo resultantes de cruzamento de pelo menos duas variáveis primárias (informações espaciais, temporais, ambientais, etc.). Como ferramenta de auxílio à decisão, como modelos matemáticos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão de fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações aos interesses dos decisores. Diz ainda que, os mesmo não são elementos explicativos ou descritivos, mas informações pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade. Para a UNESCO (1984), os indicadores devem ser percebidos como informações que permitem que um componente ou ação de um sistema seja descrito nos limites do conhecimento atual.

Um indicador é um dado quantitativo de monitoramento de uma situação pontual ou evolutiva, seja ela de cunho político, econômico, social ou ambiental. Também pode ser um conjunto de parâmetros que fornece informações de uma determinada condição, da direção do comportamento de um processo, no transcorrer do tempo e do espaço, do padrão de semelhante ou discrepância dos resultados e/ou produtos obtidos. Neste contexto se inserem as estatísticas públicas, frequentemente usadas como indicadores, quando não concebidas diretamente para este fim.

Um fato, fenômeno, produto ou processo pode ser analisado por um indicador ou por conjuntos de indicadores. Atualmente os indicadores têm se revelado muito úteis para diagnosticar o estado de diversas áreas do conhecimento como: economia, a saúde pública e a educação, onde a formulação (intenções) ou a aplicação (resultado) de políticas públicas é norteada por índices. Estão cada dia mais presentes no mundo atual, tão

marcado pelas rápidas mudanças conjunturais, incertezas e diversidade de fatores intervenientes. Assim, seguramente deverão ocupar um lugar de destaque na gestão de recursos hídricos.

Em síntese, os indicadores são tão diversificados quanto os fenômenos, processos e fatos que eles avaliam, pois se originam de diferentes fontes, no entanto devem possuir certas qualidades que justifiquem sua seleção: simplificação da informação (ser compreendido por diferentes setores sociais), quantificação, objetividade, flexibilidade, relevância, fundamentação técnico – científica, qualidade dos dados, comparabilidade com outros indicadores.

Para Abraham e Beekman (2006), os indicadores são utilizados para simplificar, quantificar, comunicar e criar ordem dentro de uma base de dados. Oferecem informações de tal forma que os executores de programas e o público podem entender e relatá-los. Ajudam a monitorar o processo e as tendências no uso, assim como na gestão de recursos naturais e aspectos associados ao controle e reversão de processos de degradação ambiental com seus consequentes impactos sociais sobre o tempo e espaço. Observam que os indicadores podem ajudar a comparação de resultados em diversas áreas ou países, examinar os vínculos potenciais entre as condições, variáveis, comportamento humano e orientações políticas. Visto que são fáceis de entender, configuram-se em uma ferramenta para aumentar a consciência a respeito da água em relação à desertificação. Os indicadores ajudam a refletir e comunicar uma idéia completa, se encontra em todos os lugares, fazem parte de nossas vidas cotidianas. São utilizados para observar, descrever e avaliar o estado atual, formulando o estado desejado e comparando o atual com o estado desejado. Em síntese, como enunciado descritivo e normativo, podem englobar uma enorme complexidade em uma informação simplificada e bem administrada.

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Os indicadores relativos aos assuntos ambientais buscam descrever a condição do meio a que se referem e as tensões nele instaladas, bem como o nível de conformidade com o desenvolvimento sustentável (Figura 2).

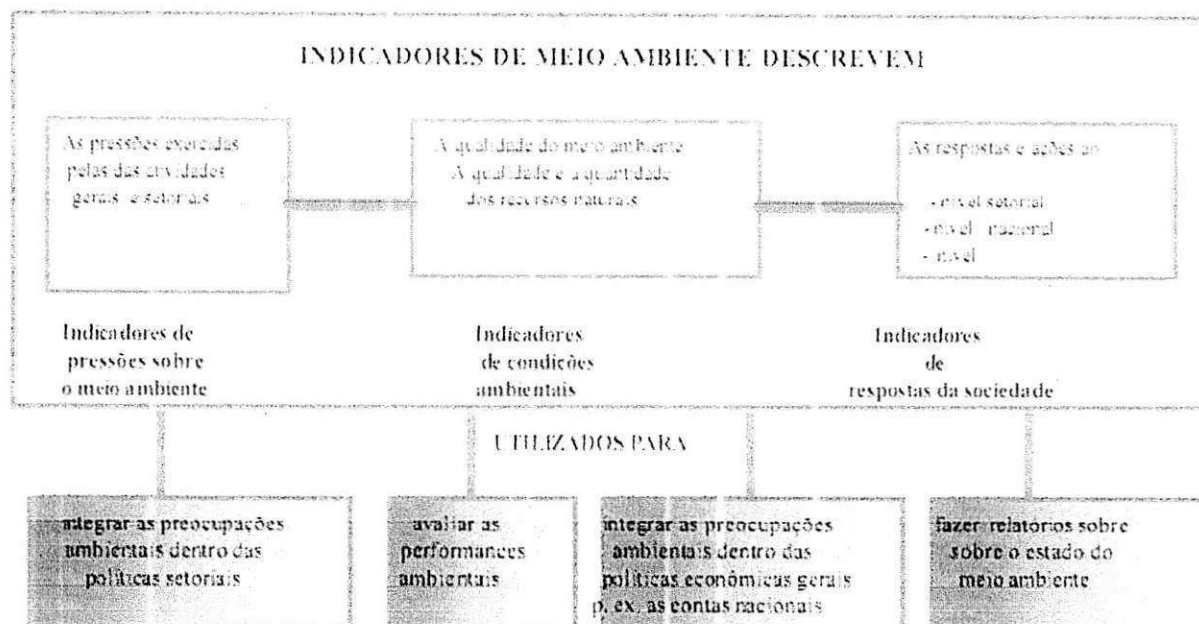


Figura 2: Naveza e uso dos indicadores de meio ambiente

Fonte: Adaptado de DOMINGUES (2000)

As interações entre os diversos parâmetros analisados numa amostra de água constituem o ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas a partir de uma distribuição espacial e temporal das variáveis no sistema a ser estudado. Desta maneira, o uso de indicadores de qualidade da água torna-se sob este ponto de vista um importante aliado no gerenciamento e planejamento de programas e projetos que busquem a utilização de uma bacia hidrográfica ou de um determinado recurso hídrico, e também, pode fornecer informações sobre alterações que ocorrem, evidenciando sua origem.

3.11. Finalidade dos Indicadores

Para Maranhão (2007), os indicadores são usados para:

1. assinalar como um sistema está funcionando em relação ao previsto ou esperado, ajudando a identificar problemas no horizonte e avaliar o sucesso de políticas.
2. fixar a posição em que se encontra um processo, em que direção e com que intensidade ele está evoluindo;
3. aferir a que distância o processo se encontra de onde deveria estar ou o afastamento do produto em relação a um padrão pré-estabelecido;

4. apoiar, com dados, a construção de modelos hidrológicos, ambientais, de qualidade da água, ou de interação ecológico-social e dar suporte a testes de campo desses modelos;

5. apoiar a elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano, planos plurianuais de investimento e planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas, entre outros;

6. avaliar impactos ambientais;

7. justificar o repasse de verbas para a implementação de programas e projetos;

8. atender à necessidade de disponibilizar equipamentos ou serviços sociais para públicos específicos, por exigência legal ou pressões políticas da sociedade local;

3.12. Índice de Qualidade da Água (IQA)

Segundo OTT (1978), os primeiros estudos relacionando ao nível de pureza e à poluição da água foram realizados na Alemanha, em 1848. Afirma DERÍSIO (1992), estes estudos buscaram sintetizar os dados de qualidade da água, através da relação entre o nível de pureza da água e a poluição, com a presença de determinadas comunidades de organismos aquáticos. Em lugar de um valor numérico, o estado da água era determinado por uma classe, entre várias, de poluição.

A avaliação do estado qualitativo da água pode ser determinada de acordo como uso pretendido, para isso existem vários parâmetros que indicam a qualidade da água relacionada a diferentes tipos de poluição. Em função do grande número de parâmetros e de suas diferentes características, surge o problema de como proceder para incorporar em um único dado uma informação consolidada dos problemas de poluição em um determinado corpo hídrico.

Em decorrência da dificuldade de compreensão e harmonização de informações referentes à condição de uma água, vários índices de qualidade foram desenvolvidos em várias partes do mundo. Ao longo dos últimos 130 anos, diversos países desenvolveram e aplicaram diferentes sistemas para classificar a qualidade da água.

Os modelos utilizados eram de dois tipos:

a) aqueles relativos à quantidade de poluição detectada,

b) aqueles relativos à vida de comunidades de organismos aquáticos.

Assim vários índices de qualidade da água foram propostos visando resumir as variáveis analisadas em um número simplificado, que possibilite avaliar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e, servir para resumir e facilitar a compreensão de extensas listas de variáveis ou indicadores.

Um índice é tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial, corresponde a um número, calculado a partir de indicadores de qualidade, o qual é concebido como um juízo de valor ou uma nota atribuída ao estado em que se encontra a água, em relação a sua qualidade. Contudo, deve-se ter em mente que um índice é apenas uma estimativa, aproximação ou simplificação do mundo real, uma vez que, em se tratando da água, nem todos os parâmetros são contemplados na determinação da fórmula. Desta maneira, cabe salientar que existem limitações em seu uso.

O uso de índice de qualidade de água é uma tendência, defendida por alguns pesquisadores, como uma tentativa que programas de monitoramento de águas, através de informações sintetizadas, utilizam para determinar os níveis de deterioração dos recursos hídricos, resultantes de intervenções antrópicas sobre a qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, no tempo e no espaço, que se baseia principalmente em fatores limnológicos e físico-químicos e isso já tem ocorrido em diversos locais da Terra como evidencia a literatura específica do setor.

Índices de qualidade da água são aplicados em várias regiões dos Estados Unidos, na Escócia, na Polônia. No Brasil, o interesse pelo o uso de índices cresceu a partir da década de setenta quando o Conselho Nacional de Meio Ambiente em seu relatório anual de 1972, manifestou a necessidade da utilização destes para avaliação da qualidade do meio ambiente, em vários estados do Brasil, como por exemplo: São Paulo, Santa Catarina, Mato Grosso, Minas Gerais, Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba os órgãos ambientais, comunidade científica e companhias de águas utilizam estes para aferição da qualidade.

A obtenção de informações simplificadas, abrangentes e úteis para viabilizar a tomada de decisão quanto à gestão dos recursos hídricos por parte dos órgãos ambientais e para facilitar a compreensão da qualidade ambiental de um recurso hídrico por especialista e não-especialista (população), pode ser conseguida através dos Índices de Qualidade de Água nos quais estão inseridos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. O IQA resume e elimina o trabalho exaustivo requerido no tratamento e análise dos dados para cada indicador de qualidade de um determinado recurso hídrico. Sob este aspecto,

configura-se em uma ferramenta que permite uma rápida e sistemática avaliação das características da água em relação às suas fontes poluidoras. É útil para fornecer uma avaliação integrada do problema, além de possuir um forte apelo político que causam impactos e mobilizam a opinião pública mais efetivamente do que uma longa lista de indicadores.

Suas aplicações são amplas, podendo ser utilizados na: distribuição de recursos (alocação de fundos e determinação de prioridades); ordenação de áreas geográficas (comparação de condições ambientais em diferentes locais); obediência a padrões (legislação pertinente); análise de tendência (verificação da degradação ou melhora de qualidade); informação pública e pesquisa científica, instrumento de gestão (IDE et AL, 2009; OTTO, 1778).

Segundo Carvalho et al. (2000), o IQA é ferramenta básica para o diagnóstico da qualidade ambiental de águas, controle e gerenciamento dos recursos hídricos. Contes et al (2009) utilizaram o IQA como instrumento para fazer uma avaliação preliminar da qualidade de água em duas cachoeiras usadas para balneabilidade na região de Botucatu-SP e verificar se as mesmas se encontravam dentro de um padrão de qualidade aceitável para o uso recreativo. O trabalho teve como objetivo tornar as análises periódicas, buscando monitorar a qualidade e o estado ambiental deste recurso hídrico.

Molozzi, Pinheiro & Silva (2006) também usaram em Gaspar-SC o IQA para avaliar a qualidade de água utilizada para irrigação de arroz em diferentes estágios de desenvolvimento da planta, no sistema de plantio pré-germinado. Já Toledo et al (2009) realizaram trabalho semelhante na bacia do Rio Combariú-SC, mas com o objetivo de avaliar o impacto da cultura de arroz irrigado sobre a qualidade da água deste corpo hídrico.

IDE et al (2000) avaliaram a qualidade dos córregos Bandeira e Cabaça, (Campo Grande - MS) e rio Miranda (Passo do Lontra/Pantanal/MS), utilizando cinco índices de qualidade de água (IQAs): Dinius, Horton, NSF, NSF*(produtório) e Smith, obtendo-se um comparativo entre a ação antrópica, sob os recursos hídricos no ambiente urbano e rural, com a consequente avaliação da qualidade da água dos córregos Bandeira e Cabaça, localizados no município de Campo Grande e rio Miranda, na região do Passo do Lontra/Pantanal/MS, estado de Mato Grosso do Sul, visando suprir a lacuna existente entre análises laboratoriais e monitoramento. Os índices que melhor representaram a situação real dos mananciais foram o NSF* e o Smith. Os índices refletem a realidade ambiental

verificada na região, onde são frequentes a remoção da mata ciliar e o despejo de efluentes sem prévio tratamento, diretamente nos corpos d'água, indicam, ainda, a necessidade de um monitoramento constante, com a efetiva adoção de medidas que minimizem esses impactos.

No Nordeste inúmeros trabalhos utilizando o IQA já foram realizados em diversos Estados buscando atingir os mais variados objetivos, como o estudo de Lima et al (2009) realizado em Guamar/RN, com o objetivo realizar um diagnóstico das condições da Lagoa de Baixo visando à caracterização ambiental. Este mesmo índice, também, foi utilizado por MACEDO Jr. et al (2003) para determinar o nível de poluição causada por atividades urbanas em um trecho do rio Açu, no Rio Grande do Norte. Lucena & Menezes (2008) através do IQA classificaram, durante o ano de 2007, nove grandes reservatórios destinados ao abastecimento público, localizados no Estado da Paraíba. O Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia, usando o IQA, realizou, em 2001, a avaliação da qualidade das águas de 13 bacias hidrográficas daquele Estado buscando subsidiar a tomada de decisões para implementação de ações preventivas e/ou corretivas destinadas à manutenção e melhoria da qualidade ambiental dessas bacias. Ressalta-se que, atualmente, a SUDEMA vem utilizando o IQA para classificação das águas de diversos açudes paraibanos.

O IQA_{NSF} tem sido o mais utilizado para classificação da água em localidades onde ainda não existem índices definidos.

Para a formulação matemática do Índice de qualidade de água (IQA) a *National Sanitation Foundation* nos Estados Unidos na cidade Ann Arbor, Michigan, baseou em um estudo feito a 142 pesquisadores de diversas especialidades da área ambiental. Esses profissionais através de pesquisa de opinião indicaram os parâmetros de qualidade da água que deveriam ser medidos, o peso relativo dos mesmos e a condição em que se apresentava cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros de qualidade da água indicados inicialmente nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Foram estabelecidas curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro.

O estudo foi baseado no método Delphi pesquisa de opinião, da Rand Corporation, sendo esta a técnica DELPHI a que tem sido mais utilizada mundialmente. Após a seleção de parâmetros por um dos métodos estatísticos ou de opinião, há uma uniformização dos

dados, devido às diferentes escalas para águas poluídas e não poluídas e sendo isto possível através de funções matemáticas. A determinação de subíndices (pesos) é feita por estudos matemáticos, através de equações lineares e não lineares e método de normalização, além do método de pesquisa de opinião seu peso relativo na composição do índice final. O cálculo do IQA resulta em valores que variam de 0 (qualidade zero) a 100% (máxima qualidade), constituindo-se numa ferramenta muito simples para diagnosticar a qualidade de um determinado recurso hídrico, bem como para acompanhar a variabilidade espacial e temporal da mesma.

3.13. Indicadores de Qualidade de Água

Na caracterização da qualidade da água, utilizaram-se parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores da qualidade, estudados neste trabalho, são:

3.13.1. Temperatura da Água

A temperatura da água é uma variável de extrema importância na investigação da dinâmica de um ecossistema aquático, uma vez que influencia diretamente o metabolismo dos organismos existentes no meio, afetando processos significativos, como respiração, fotossíntese, decomposição, velocidade de reações químicas, biológicas, precipitação, coagulação, floculação e sedimentação de alguns compostos, solubilidade de gases na água, sendo fator imprescindível na análise de um corpo hídrico (DI BERNANDO e PAS, 2008; VON SPERLING, 1996). Uma das principais preocupações em estudo ambientais em relação a este parâmetro se deve a sua influência principalmente no percentual de saturação de gases dissolvidos, principalmente oxigênio. Visto que altas temperaturas elevam a velocidade do metabolismo criando uma maior demanda de oxigênio, além de expulsarem o gás contido na água. Sendo assim duplamente impactante.

3.13.2. Condutividade Elétrica da Água (CE)

A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes em Limnologia, visto que pode fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema

aquático e sobre fenômenos importantes que ocorram na sua bacia de drenagem, como informações iônicas e pode ainda ajudar a detectar fontes poluidoras. A composição inorgânica de águas naturais, onde os íons Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , HCO_3^- , SO_4^- e Cl^- são componentes mais abundantes, refletem não só as propriedades, de carga iônica da molécula de H_2O , mas também a disponibilidade dos elementos no solo, a serem trazidos para solução (VON SPERLING, 1996). As composições químicas das águas dos rios refletem a natureza das rochas e a idade dos solos. Estudos têm mostrado que a composição da água depende das características dos ecossistemas terrestres e do seu grau de conservação e tratamento (MARGALEF, 1983).

Para uma dada concentração iônica, a condutividade aumenta com a temperatura. Estas variações diferem para cada íon e concentração, mas pode-se dizer que para o aumento 1°C na temperatura da solução, corresponderá um acréscimo de 2% na condutividade (HEM, 1985 *apud* PORTO, BRANCO e LUCA, 1991)

3.13.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é definido como logaritmo negativo que expressa a concentração de íons hidrogênio H^+ , dando indicações sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Tem valor de 0 a 14, sendo os de baixo valor corrosivos e agressivos, enquanto valores altos possibilitam formação de incrustações. Afastado da neutralidade pode afetar a vida aquática; ambos podem afetar a vida (VON SPERLING, 1996). Destaca-se ainda que valores de pH superiores a 7 evitam a indesejável ressolubilização do fósforo e, eventualmente, de metais pesados acumulados no sedimento (VON SPERLING et al., 2006).

O pH de um corpo aquático sofre influencia direta da quantidade de matéria a ser decomposta, tem variação inversamente proporcional à quantidade de matéria orgânica disponível na água. Outros fatores como: águas da chuva, os esgotos, água do lençol freático, também podem influenciar sua variação, sabe-se que quanto mais ácido for o solo drenado mais ácidas serão as águas de um ecossistema aquático situado nesta área.

3.13.4. Oxigênio Dissolvido (OD)

Uma das características mais significativas do ambiente aquático é a lentidão dos processos de difusão. A solubilidade dos gases atmosféricos na água varia inversamente proporcional em função da temperatura, da pressão (Lei de Henry) e de suas concentrações na atmosfera (MOSS, 1995). Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O_2) é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. A quantidade de oxigênio que atravessa a superfície da água é proporcional à diferença de pressões parciais do gás, no ar e na água, multiplicado pelas solubilidades do gás na água, e pelo coeficiente de difusão (MARGALEF, 1983), assim a concentração de saturação do oxigênio é menor em temperaturas mais altas, uma vez que o aumento de temperatura propicia a expulsão do gás.

As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são devidas ao consumo de decomposição de matéria orgânica, perda para a atmosfera, respiração de organismos, agrotóxicos e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 1988). O teor de oxigênio dissolvido é um indicador de suas condições, de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995). Desse modo, os valores de porcentagem de saturação de OD de 80 - 120% se consideram excelentes e os valores menores a 60% ou superiores a 125% são considerado ruins.

3.13.5. Nitrogênio Total e Fósforo Total

A eutrofização dos ecossistemas aquáticos é resultado do enriquecimento com nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio que têm duas possíveis fontes: a natural, que é despejada pelos processos biogeoquímicos, e a social, que é originária dos esgotos industriais e domésticos e de fertilizantes aplicados na agricultura, os quais são carregados para os corpos hídricos. Tundisi (2003) apresenta algumas consequências provocadas pela eutrofização, como: anoxia (ausência de oxigênio na água), que provoca mortalidade de peixes e invertebrados e também produz liberação de gases com odor e às vezes tóxicos (H_2S e CH_4), produção de toxinas por algas; altas concentrações de matéria orgânica que, se tratadas com cloro, podem produzir substâncias carcinogênicas; alteração da biodiversidade e efeitos crônicos e agudos para a saúde humana (AZEVEDO NETO,

1991). A concentração destes dois nutrientes em águas aumenta, repentinamente, à medida que a bacia hidrográfica toma-se mais domesticada, ou seja, à medida que aumenta a porcentagem de áreas sob uso agrícola e urbano (ODUM, 1998; ODUM, 1971), sendo desta forma excelente parâmetro para indicar o grau de intervenção humana em uma bacia hidrográfica.

Segundo Esteves (1988) o nitrogênio é um dos elementos mais significativos no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância se deve, sobretudo, à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos de biomassa. As principais fontes naturais de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico e inorgânico e, conforme Moss (1995) a fixação procariótica em águas neutras e levemente alcalinas. O nitrogênio está presente na água sob várias formas, por exemplo: Nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), íon amônia (NH_4^+) etc. Dentre as diferentes formas, o nitrato e o nitrogênio assumem grande importância, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênios para os produtores primários. Os compostos nitrogenados ocorrem na água originária de esgotos domésticos e industriais ou da drenagem de áreas fertilizadas e podem ser usados como indicadores de "idade" da carga poluída, dependendo do estágio em que se encontrem. O nitrogênio em excesso contribui para o desenvolvimento de algas em mananciais e deve ser eliminado para evitar a proliferação excessiva das mesmas. Teores elevados de nitrato são responsáveis pela incidência de uma doença infantil chamada methemoglobinemia (ou cianose), que provoca a descoloração de pele (MOTA, 1995).

A importância do fósforo nos sistemas biológicos deve-se à sua participação em processos fundamentais de metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia e estruturação de membrana celular. Todas as formas de fósforo presentes em águas naturais encontram-se sob a forma de fosfato, que pode ser de origem natural ou artificial. Afirma Von Sperling (1996) que o fósforo é um elemento indispensável para as algas e quando em elevadas concentração em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos. É também essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização de material orgânico.

A atividade humana afeta a composição das águas de drenagem, como demonstra Moss (1991) para os rios do País de Gales. O fósforo total inclui todas as formas deste grupo (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4) que atua no metabolismo de organismos vivo, tais como: estoque de energia e componente da membrana celular (ESTEVES, 1998; VON

SPERLING, 1996; ESTEVES, 1988; WETZEL, 1991). Para Pompêo & Moschini-Carlos (2003), as principais fontes de fósforo para o ambiente aquático são as rochas, esgotos domésticos e fontes agrícolas de origens dispersas.

3.13.6. Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água que causa a dispersão e absorção de um feixe de luz incidente em uma amostra, como o próprio nome indica, está relacionada à aparência turva da água, decorrente da presença de material coloidal ou em suspensão, como por exemplo, partículas constituídas por plâncton, algas, bactérias, argilas e/ou por fontes de poluição que lançam material fino nos corpos hídricos. A turbidez é medida pelo espalhamento da luz (normalmente, luz azul) causado por esses materiais. Os valores de turbidez podem ser intepretados como medida indireta da quantidade de sólidos em suspensão (RICHTER, 2009, DINBERNARDE & PAZ, 2008). O aumento da turbidez reduz a zona de luz, prejudicando a fotossíntese onde ela ainda pode ocorrer (zona eufótica), interferindo nos equilíbrios naturais entre os compartimentos ambientais.

3.13.7. Coliformes Totais (CT)

O grupo coliformes fecais constitui imenso número de bactérias encontradas na água, solo e em fezes de seres humanos e outros animais. Embora não sejam patogênicos são utilizados como indicadores bacteriológicos de poluição fecal para apontar que a água recebeu dejetos, podendo ter microrganismos causadores de doenças.

O meio aquático é habitado por um grande número de formas de vidas. Entre estas, encontram-se os microrganismos, entre os quais se acham os tipicamente aquáticos e os que são introduzidos na água a partir de uma contribuição externa. Os indicadores mais tradicionais de qualidade de água são as bactérias do grupo coliforme, utilizados universalmente para o estabelecimento de padrões de uso e potabilidade de água. (APHA, 1995). Sua efetividade em ambientes tropicais tem sido questionada por trabalhos. Contudo, são parâmetros importantes para o diagnóstico do funcionamento ecológico do corpo d'água, pois refletem os usos múltiplos da bacia, ao enfatizarem presença de matéria fecal, portanto, baixas condições sanitárias.

3.13.8. Sólidos Totais

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho, as suas características químicas e a sua decantabilidade: sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, sólidos voláteis, sólidos fixos, sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos em suspensão não sedimentáveis. Os constituintes dissolvidos representam sólidos em solução verdadeira e constituem a salinidade total das águas (VON SPERLING, 1996; BRAILE & CAVALCANTE, 1993); compreendem toda matéria que permanece como resíduo em uma amostra de água ou esgoto, após evaporação e secagem em uma capela de porcelana (mufla) a uma temperatura de 103 A 105°C, durante uma hora (SILVA & OLIVEIRA, 2001; BRAILE & CAVALCANTE, 1993). A água quando contém concentrações de sólidos dissolvidos menores que 500 mg.L⁻¹ é considerada satisfatória para uso doméstico e inúmeros usos industriais. Já acima de 1000 mg.L⁻¹ contém minerais que lhe conferem sabor desagradável tornando-a inadequada para diversos usos.

3.13.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO corresponde à quantidade de oxigênio dissolvido na água que é requerido por microrganismos aeróbios em seus processos metabólicos de utilização e mineralização da matéria orgânica presente em sistema aquático. Em outras palavras, é o oxigênio que vai ser consumido pelos decompositores aeróbios para a estabilização completa da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996; MOTA, 2006; BRAGA et al, 2005). Assim a DBO é um importante parâmetro na caracterização do grau de poluição de corpo aquático.

A DBO₅ corresponde à determinação da oxidação executada no período de cinco dias, ou seja, indica a quantidade de oxigênio dissolvido na água, que foi consumido após incubação e estabilização da matéria orgânica carbonácea da amostra, no período de cinco dias, a 20°C.

CAPÍTULO IV

4. CONCEITOS E INSTRUMENTOS ESTRATÉGICOS PARA GESTÃO AMBIENTAL

4.1. Desastre Ambiental

A crise ambiental é visível e os níveis de degradação a ela associados são suscetíveis de produzir malezas a coletividade, a uma comunidade específica, a um indivíduo; de desestabilizar um ecossistema conduzindo a um nível de degradação desfavorável a vida, ou seja, a um desastre ambiental. Vendo desta forma desastres não são fortuitos, ao contrário, eles são resultados de um sistema complexo de combinações de perigos e condições vulneráveis construído socialmente. Evidenciando a estreita relação entre desenvolvimento socioeconômico e desastres ambientais. Visto desta ótica podemos dizer que o mesmo deriva da dialítica relação homem-ambiente. E como tal imprime sérios desafios ao desenvolvimento sustentável, seja ele local ou regional.

As interpretações e definição para o termo desastres são amplas e mostram de certa forma que houve certa evolução em torno do conceito, que ora aparece como fenômeno ora como processo. As constantes redefinições buscam construir conceitos mais estruturados compreendendo desastre como processo socialmente construído que resulta das interações de múltiplos fatores. A literatura especializada aponta inúmeras abordagens para o fenômeno, isto ocorre porque, conforme sabemos, dependendo da orientação teórica do pesquisador, o conceito difere por ser uma construção social ou talvez seja pela busca de adequá-lo aos interesses da área de pesquisa ao qual o cientista está vinculado ou por incluir diversas tentativas de explicações para o fenômeno. Assim, atualmente produto deste esforço converge para uma visão holística e transdisciplinar sendo uma aproximação recomendada que poderá servir de base para muitos programas internacionais, nacionais, regionais e locais em investigação acerca dos eventos. Muitas definições existentes se referem às consequências e às causas dos fenômenos. A seguir expomos uma série de definições de desastres.

A ONAE (1987) baseando-se em UNDRO, define desastre como um evento identificável no tempo e no espaço, no qual uma comunidade vê afetado seu funcionamento normal, com perda de vidas e grandes danos às propriedades e serviços,

que impedem o cumprimento das atividades essenciais e normais da sociedade. Outras definições, resumidas por Wijkman y Timberlake (1985), incluem o número de pessoas mortas e feridas, assim como o valor dos prejuízos materiais. Algumas consideram o caráter imprevisível do fenômeno, o despreparo dos governos para enfrentá-los e os traumatismos sociais e políticos que podem provocar (Cuny 1983).

Afirma Maskrey (1993;1989) que geralmente se considera desastre como a correlação entre fenômenos naturais perigosos (inundação, terremoto, seca, ciclone, etc.) e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis, portanto desastre é consequência extrema e não causa de um fenômeno. O autor ressalta que apesar de uma definição geral, desastre é eminentemente social, sendo natural que um desastre ocorra em um sistema social em situação de estresse ou de crise. Para ele desastre é a consequência de um amplo processo social sobre o qual influenciam múltiplos fatores.

Uma ocasião de crise ou estresse social observado no tempo e no espaço em que a sociedade ou seus componentes (comunidades, cidades, regiões, etc.) sofrem danos ou perdas físicas e alterações em seu funcionamento rotineiro, que exigem a participação de agentes, instituições ou organizações externas em sua atenção e resolução. Tanto as causas como as consequências dos desastres são produto de processos que se desenvolvem no interior da sociedade (Quarentelli, 1994).

Na década de sessenta (FRITZ apud PEEK & MILETI, 2002) definiu desastre como: evento, concentrado no tempo e no espaço, em que uma sociedade, ou uma subdivisão relativamente autosuficiente da sociedade, passa por grave perigo e fica sujeita a perdas físicas para seus membros e aparatos físicos, onde a estrutura da sociedade fica fragilizada e a sua realização.

Situação ou processo social que se desencadeia como resultado da manifestação de um fenômeno de origem natural, sócio-natural ou antrópico que, ao encontrar condições propícias de vulnerabilidade em uma população e em uma estrutura produtiva e infraestrutura, causa alterações intensas, graves e amplas nas condições normais de funcionamento do país, região, zona ou comunidade afetada, as quais não podem ser enfrentadas ou resolvidas de maneira autônoma utilizando os recursos disponíveis a unidade social diretamente afetada. Estas alterações correspondem, entre outras coisas, a perda de vida e saúde da população; à destruição; perda ou inutilização total ou parcial de bens da coletividade e dos indivíduos; assim como danos severos ao ambiente, requerendo

respostas imediatas das autoridades e da população para os afetados e restabelecer níveis aceitáveis de bem-estar (CEPREDENAC, 2003).

Já Santos (2007) assevera que desastre é facilmente reconhecido por que o fenômeno faz uma relação direta do acontecimento com todo tipo de acidente funesto, que é fatal para o homem ou que resulta em algum tipo de desgraça. Preceitua que os prejuízos podem ser tanto para o homem quanto para o meio do qual ele faz parte. Percebe-se claramente na concepção da autora o caráter ambiental ao relacionar qualquer acidente ao conceito de desastre, desta forma englobando a dimensão antropogênica a sua concepção.

Para o ISDR (2010; 2009; 2002), desastre é um sério rompimento no funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade causando mortes humanas ou perdas materiais, econômicas ou ambientais que excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada para fazer frente à situação mediante o uso de seus próprios recursos. Um desastre é uma função do processo de risco. É o resultado da combinação de perigos, condições de vulnerabilidade e medidas ou incapacidade para reduzir os potenciais negativos ou as consequências do risco.

No Brasil a Política Nacional de Defesa Civil (Brasil, 2007) reconhece desastres como:

“resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e, consequentes prejuízos econômicos e sociais.”

E os classifica em três grandes grupos, a saber: quanto à evolução, à intensidade e à origem. A seguir para melhor entendimento expusemos alguns exemplos de desastres classificados quanto à origem ou causa primária do efeito causador, os quais são:

Desastres Naturais podem ser relacionados com:

- Origem sideral: impacto de meteoritos.
- Geodinâmica terrestre externa: os de causa eólica, os relacionados com temperaturas externas, com o incremento, ou com a intensa redução das precipitações hídricas.
- Geodinâmica terrestre interna: abalos sísmicos, maremotos e tsunamis, erupções vulcânicas, movimentos gravitacionais de massas (escorregamento, rastejos, corridas de massas, quedas, tombamentos e rolamentos de rochas) e processos de transportes de massas (erosão laminar,

erosão linear, subsidência do solo, erosão fluvial, erosão marinha), e soterramento por dunas.

- Desequilíbrio de biocenose: pragas animais e vegetais.

Desastres Humanos ou antropogênicos podem ser de natureza:

- Tecnológica: siderais de natureza tecnológica, os relacionados com meios de transporte, com a construção civil, com incêndios ou instalações industriais e em edificações com grandes densidades de usuário, com produtos perigosos, com concentrações demográficas e com riscos de colapso ou exaurimento de energia e de outros recursos ou sistemas essenciais.
- Social: relacionado com ecossistemas urbanos e rurais (destruição intencional da flora e da fauna, depredação, por desmatamento sem controle e má gestão agropecuária, acumulação de rejeitos da mineração e outros); relacionados com convulsões sociais (desemprego, fome e desnutrição, migrações intensas e descontroladas, intensificação da violência, infância e juventude marginalizadas ou carentes, tumultos e desordens generalizadas, tráfico de drogas, incremento dos índices de criminalidade, banditismo e crime organizado, terrorismo, perseguições de conflitos religiosos, ideológicos e raciais), relacionados com conflitos bélicos (guerras urbanas, civis e revolucionárias, guerras convencionais, guerrilhas, guerras biológicas, químicas e nucleares).
- Biológica: dengue, febre amarela, malária, doença de chagas, cólera, salmonelas, shigeloses, intoxicações alimentares, sarampo, tuberculose, meningite, hepatite, vírus B e C, síndrome da imunodeficiência adquirida e outros.

Desastres Mistos podem ser relacionados com:

- Geodinâmica terrestre externa: como os bolsões de redução da camada de ozônio, a intensificação do efeito estufa, as chuvas ácidas e o incremento da poluição do ar, em função da inversão do gradiente de temperatura nas camadas atmosféricas;
- Geodinâmica terrestre interna: sismicidade induzida, desertificação e salinização do solo.

Finalmente, nas palavras de Wilches Chaux (1993), desastre é o produto da convergência, em dado momento e lugar determinado, dos fatores: risco e vulnerabilidade, expresso matematicamente pela equação.

$$D = R \times Vt$$

(Equação 1)

Onde:

D = desastre

R= risco

Vt= vulnerabilidade total

No entendimento de Beck (2006) e Giddens (2001, 2002), vivemos em uma sociedade de risco, onde a ocorrência de desastres é tida como resultado das intervenções humanas (de nossas ações, atividades, decisões) e tem origem nos conhecimentos produzidos (inovações tecnológicas) inerente à modernidade, assim não pode ser compreendida com obra divina, fruto do destino ou simplesmente fatalidade. Segundo estes autores, vivemos em uma sociedade dominada pela insegurança, incerteza, já que convivemos com os riscos de autodestruição.

Os problemas ambientais evidenciam questões a serem analisadas tendo em vista a relação sociedade/natureza. Intrínsecos aos eventos naturais e antrópicos, a questão da sustentabilidade global e ao modelo de desenvolvimento imposto pelo capital, a ocorrência de eventos denominados como catástrofes (desastres naturais ou ambientais) explicitam a fragilidade desta relação e focalizam as atenções para a dinâmica do processo na tentativa de encontrar soluções que atenuem o quadro desolador atual. Tais acontecimentos têm oportunizado à sociedade momentos de reflexões, de avaliarem riscos e vulnerabilidades em lugar e em momento determinado, seja enfatizando os aspectos naturais (teoria de risco), seja acentuando os aspectos sociais.

O estado de alta vulnerabilidade em que se encontra a maioria da população brasileira se manifesta através de fatores como a ineficiência ou mesmo ausência de gerenciamento dos recursos naturais, escassez de água e alimentos, ausência de políticas públicas efetivas, etc., condições estas que caracterizam o estado de vulnerabilidade permanente, a quais estão submetidas dioturnamente os cidadãos das periferias das cidades (grandes e pequenas) e o sertanejo do nordeste que se vê incapaz de salvar-se de uma vida plena de penúrias. Sobrevivem sem nenhuma alternativa para enfrentar o estado

de infortúnio permanente a qual são relegados pelos que gerenciam os desastres no setor público.

Nos ensinamentos de Lavell (1993), as soluções para desastres terão de compreendê-los de formas mais clara, em termos do impacto que os caracteriza e de suas origens; de reconhecê-los como eventos sociais em que as pessoas contribuem para seu processo; de perceber o estado de surgimento progressivo de ameaças (perigos) as quais estão expostas as pessoas; de aplicar tecnologias adequadas na gestão de desastres e ações para enfrentá-los.

Assim, a intensidade de um desastre é produto da interação entre a magnitude do evento adverso e a vulnerabilidade do sistema receptor, e é quantificada em função dos danos e prejuízos caracterizados. Os estudos epidemiológicos demonstram que, no último século, os desastres naturais produziram danos muito superiores aos provocados pelas guerras, especialmente no Brasil, que não conta com um histórico beligerante (GEO-BRASIL, 2004).

4.2. Componentes do Risco

Segundo Beck (1996), na sociedade atual tanto os riscos como as riquezas são objeto de repartição. Sem dúvida, se trata de objetos completamente diferentes e de disputas também diferentes. Os riscos, geralmente são invisíveis, tem algo de irreal devido à consciência de que o risco reside no futuro, são produto adicional, no entanto é necessário impedi-los, evitá-los ou negá-los como às vezes o fazem. Os riscos são definidos como o campo de probabilidades de que algo nocivo ou danoso ocorra a uma população (pessoas, estruturas físicas, sistemas produtivos, etc.), ou segmento da mesma (LAVELL, 1996).

De acordo com o exposto acima, risco em sua visão integral e completa funciona como função dos elementos: ameaça e da vulnerabilidade, o que implica de certa forma, em uma exaustiva classificação, devido à multiplicidade de fatores que determinam estas duas variáveis, no entanto os fatores que determinam esta classificação não será objeto de discussão neste trabalho, entretanto foi feito um breve apanhado histórico destes dois componentes do risco buscando subsidiar a discussão.

4.2.1. Ameaças ou Perigo

No momento atual, no âmbito de desastres e riscos, a noção de ameaça (perigo) é amplamente utilizada, não obstante, que durante anos tem apresentado uma falta de consenso em seu significado, isto se deve possivelmente ao surgimento de novas conjunturas que são socialmente estabelecidas. Desta forma, isto tem contribuído para a construção de uma complexa e ampla classificação deste conceito, visto que este é reconhecido como parte de um contexto intrincado de sistemáticas relações sócio-ambientais, por isto sempre requer novas abordagens epistemológicas. É comum encontrarmos, em diversas línguas, trabalhos que utilizam termos equivalentes, como por exemplo, em inglês: *peril*, *hazard* e em francês: *péril*, *danger*, *aléa* que são utilizados como sinônimos de perigo (ameaças).

A seguir expomos uma figura, que achamos pertinente para um melhor entendimento da construção temporal deste conceito, dentre inúmeros que existem. Este figura reúne algumas abordagens de ameaça (perigo), que expressam semelhanças entre si, no entanto, se analisadas criteriosamente, nota-se que não apresentam o mesmo significado.

Ano	Autor	Conceito
1964	Burton e Kates	Entendem ameaça como o elemento do ambiente que são nocivos ao homem e que são causados por forças alheias a ele.
1990	Posdest e Giesecke	Perigo ou Ameaça é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural potencialmente destrutivo em um determinado período de tempo e lugar.
1993	Cardona	É um fator de risco externo ao sistema, associado com um fenômeno físico de origem natural, tecnológica ou provocado pelo homem que pode manifestar-se em lugar específico e em tempo determinado produzindo efeitos adversos às pessoas, bens e/ou meio ambiente.
1993	Wilches-Chaux	Definida como a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente desastroso durante certo período de tempo em um local determinado.
1997	Mitchell, Jerry T. e L. Susan Cutter	Perigo. . . Reflete uma ameaça potencial para os seres humanos, bem como o impacto de um evento sobre a sociedade e o meio ambiente... perigos são. . . socialmente construído, em parte, pelas percepções das pessoas e suas experiências. Além disso, as pessoas contribuem para agravar e modificar perigos. Assim, perigo pode variar de cultura, sexo, raça, status socioeconômico e da estrutura política.
2001	Valljo-Vélez	Representa a interação de eventos naturais ou antrópicos, súbitos ou de evolução lenta, localizado num espaço determinado e num tempo relativo, que geram perigos para o homem, suas atividades e o meio ambiente.
2010	MEF-Peru	É um evento de origem natural, socionatural ou antropogénico que por sua magnitude e características pode causar dano.

Figura 3. Evolução temporal do conceito ameaça (perigo).

Em síntese, ameaça (perigo) refere-se a um fator externo a uma comunidade exposta, representado pelo potencial de ocorrência de um fenômeno desecadeante, natural ou induzido. De forma geral, ameaça é usada para se referir a um perigo latente, potencialmente prejudicial ou a uma atividade (ação) humana intencional ou acidental, que pode causar perdas de vidas ou ferimentos, danos à propriedade, perturbação social e econômica, a degradação ambiental (SABORIO & UREÑA, 2003; GOMARIZ, 2003) de um sistema ou de indivíduos expostos, é comum ser expresso como a probabilidade de incidência de um fenômeno, potencialmente danoso, que pode afetar o meio ambiente natural e antrópico, em um local específico, durante um tempo de exposição (CARDONA, 2003).

Apesar de existirem diversas abordagens, as ameaças (perigos) normalmente se apresentam de maneira complexa e conectada como resultado de múltiplos fatores, contudo podem ser classificadas em diferentes grupos, definidas em função de características como: a intensidade, origem, localização, área de impacto, duração e período de recorrência e probabilidade, dentre outros (Cardona, 2003; UN/ISDR, 2004). Grande parte dos especialistas no estudo da temática classifica, tipologicamente, as ameaças em três categorias básicas, as quais contêm subcategorias, porém neste trabalho, para identificação e análise utilizou-se apenas a classificação geral que é composta pelas categorias expostas a seguir (CARDONA, 2005a; LAVELL, 1996):

4.2.2. Ameaças Naturais

A categoria risco natural está associada a fenômenos e a processos de origem natural como expressão de sua dinâmica e funcionamento (ZEGARRA, 2005; CARDONA, 2005a, Lavell, 1996) e se classificam de acordo com sua origem em terrestres, oceânica (tsunamis), atmosférica, tectônica (terremotos, atividade vulcânica); geodinâmica (movimento de massas como deslizamentos de terra e avalanches, erosão terrestres e costeiras), meteorológicas ou climáticas (furacões, tempestades tropicais, tornados, trombas, granizo, seca, tempestades de neve, ondas fortes, incêndios florestais); hidrológica (inundações, alagamentos, esgotamento de aquíferos); biológicas (exposição a microorganismos patogênicos, toxinas naturais e substâncias bioacumulativas).

4.2.3. Ameaças Sociais ou Antrópicas

Como categoria social, o perigo, sempre tem dimensão temporal e territorial. O territorial se expressa na análise, através do uso de níveis tais como o internacional, nacional, regional, urbano, local e comunitário. É consenso que o risco sempre se concretiza da forma mais palpável, ou seja, a nível local e, como tal, o nível local e comunitário se convertem em âmbito importante a ser considerado nos processos de gestão. Esta importância tem sido reconhecida de forma crescente em diversos trabalhos acadêmico-investigativos sobre gestão de risco e desastres. As ameaças antropogênicas são construções sociais, derivadas por completo de atitudes, de omissões ou ações humanas sobre os recursos naturais, o ambiente e a sociedade (BRASIL, 2007; BUCH e TURCIO, 2003; SOTO, 1998). Perigo latente gerado na produção, distribuição, transporte, consumo de bens, serviços, na construção e uso de infraestrutura. Compreende uma gama ampla de perigos como, por exemplo: as distintas formas de contaminação de água, do ar e do solo, os incêndios, as explosões, os derramamentos de substâncias tóxicas sólidas, líquidas ou gasosas no meio ambiente, pesticidas, CFC, os acidentes nos sistemas de transportes, a ruptura de represa de retenção de água, etc. (ZEGARRA, 2005; LAVELL et al, 2003; SOTO, 1998). E as tecnológicas, que podem ser intencional ou acidental, ocasionada por acidentes tecnológicos, industriais, falhas de operações ou procedimentos inadequados de atividades perigosas, falhas de infraestrutura, conflitos antropogênicos (conflitos armados, guerras, ações militares), (MEF, 2007; BUCH e TURCIO, 2003; CARDONA, 2005a), eliminação ou deposição de resíduos líquidos e sólidos no solo, sem canalização ou tratamento, e a contaminação nuclear. De modo geral, muitas dessas ameaças são produtos da negligência e/ou falta de controle (jurídico ou tecnológico), da falta de controle sobre os processos econômicos de produção e distribuição.

Deste grupo fazem parte as ameaças antrópico-contaminantes que se referem àqueles perigos que tomam a forma de elementos da natureza “transformados” (ar, água, terra) que representam um desafio importante para a sobrevivência da população. Trata-se dos processos de contaminação derivados de derramamento, dispersões ou emissões de substâncias químico-tóxicas nos recursos naturais, como é o caso do petróleo ocorrido recentemente nos Estado Unidos, dos plaguicidas, dos gases tóxicos produtos da combustão, dos clorofluorcarbonos e a contaminação nuclear. Em geral estas ameaças estão relacionadas à falta de controle sobre os processos econômicos de produção e distribuição (Lavell, 1996). Outro subconjunto de ameaças antrópico-contaminantes, de origem ou impulso distinto, compõe os processos de eliminação ou depósito desses

líquidos e sólidos, de origem doméstica, sem canalização ou processamento. O resultado, em termos da contaminação biótica, do ar e águas, apresenta sérios perigos de saúde para a população, desencadeando, às vezes, epidemias. Ademais, por se relacionar com meios difusos e fluidos, interconectados entre si, os impactos potenciais não se restringem a áreas ou localidades de origem (por grandes que sejam) mas, se difundem amplamente em âmbito local, regional, nacional ou internacional. Em relação à parte baixa de uma bacia as principais ameaças deste tipo seriam a contaminação das águas (superficiais e subterrâneas) e a elevação do nível das concentrações de substâncias tóxicas.

4.2.4. Ameaças Mistas ou Socionaturais

As ameaças socionaturais são reações da natureza frente à ação humana prejudicial aos ecossistemas (ZEGARRA, 2010; MEF, 2005; BUCH e TURCIO, 2003) e derivam das inadequadas relações homem-natureza. Perigo latente associado à probabilidade de ocorrência de fenômenos físicos cuja existência, intensidade ou recorrência está relacionada com processos de degradação ambiental ou de intervenção humana sobre os ecossistemas naturais, não pode existir sem inter-relação desses dois fatores. Expressa-se pelo aumento da frequência e severidade dos fenômenos naturais, podendo dar origem a perigos naturais onde antes não existiam (LAVELL, 2003; CARDONA, 2001; SOTO, 1998). Em outras palavras, são produzidas ou intensificadas por intervenção humana na natureza, e às vezes podem ser confundidos com fenômenos de origem natural. As manifestações mais comuns desse tipo de ameaças repousam em inundações e deslizamentos, incrementados ou influenciados em sua intensidade, por processos de desmatamentos e degradação de bacias; inundações urbanas por falta de sistema de drenagem de águas pluviais, deslizamentos de terra, desmoronamento, seca (desertificação), erosão, incêndio rural e esgotamento dos aquíferos, desmatamento e destruição de bacias hidrográficas, a desestabilização de encostas pela mineração, o lançamento dos resíduos industriais e domésticos em canais dos rios, o uso excessivo da terra, destruição de manguezais, (sobrepastoreio, desmatamento, alteração de canais fluviais, agricultura, expansão urbana e inadequada utilização do espaço, extração de madeira, as mudanças nos padrões agrícolas em áreas ecologicamente sensíveis, infraestrutura desordenada com construções em terrenos impróprios, supressão de matas ciliares ou de desmatamento para lenha, tornam-se variáveis explicativas, em vários desses

fenômenos, por vezes associados com a ausência de serviços públicos adequados (eliminação de resíduos em leitos dos rios, causando barragens artificiais, ou nas ruas, bloqueando esgotos).

As ameaças socionaturais referem-se aos perigos naturais que têm expressão ou incidência socialmente induzida, que se produzem ou se acentuam por algum tipo de intervenção humana sobre a natureza e, nesses casos, é necessário considerar e assinalar responsabilidades a agentes sociais determinados. Este tipo de ameaça põe em perigo a população, através de impactos externos, como os acima citados.

4.3. Vulnerabilidades

Em geral, o termo vulnerabilidade é sinônimo de esgotamento, extenuação, impotência, rendimento escasso, desfalecimento, fraqueza, ou seja, define a suscetibilidade a danos. Denota o estado de um organismo, uma debilidade, ser propenso a uma enfermidade ou à morte. Na literatura, o termo alude ao estado de suscetibilidade a dano ou a noção de insegurança do indivíduo. Nas palavras de Caderona (1996), é a predisposição ou suscetibilidade que um elemento tem para ser afetado ou sofrer um dano. Em sentido mais amplo, uma condição de insegurança para existência, insegurança frente a história cotidiana e ao mundo circundante. A incapacidade que tem uma comunidade para absorver, mediante um autoajuste, os efeitos de determinada mudança em seu meio ambiente, ou seja, a inflexibilidade ou incapacidade para adaptar-se a essa mudança, que para a comunidade constitui, por razões expostas, um risco. A vulnerabilidade determina a intensidade dos danos que produzem a ocorrência de risco em comunidade. Em resumo é o grau de exposição a uma ameaça Wilches-Chaux (1993). WISNER et al (2009) ensinam que vulnerabilidade é a característica que tem uma pessoa ou um grupo para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça natural. Medina (1992) assevera que vulnerabilidade é resultante da incapacidade da população para se proteger em seu meio ambiente. Maskrey et al (2004) definem vulnerabilidade como a condição ou processo humano resultante de fatores: físico, social, econômico e ambiental, que determinam a probabilidade e a escala do impacto de um determinado dano. Já Theys (1987) e Lavell (2009), admitem que vulnerabilidade de uma sociedade seja algo inerente a uma determinada população, e que sofre influência dos modelos de

desenvolvimento econômico, da relação homem-meio ambiente, da distribuição de riqueza, contexto social, cultural e pode manifestar-se através de distintos processos.

O conceito de vulnerabilidade tem se transformado num enfoque de grande riqueza analítica, que permite englobar vários processos característicos de nossas sociedades. Neste sentido, a vulnerabilidade expressa a maior volatilidade e imprevisibilidade de nossas sociedades, ao que autores como Beck e Giddens têm denominado “sociedade de risco”. Desta forma, vulnerabilidade expressa a maior propensão a experimentar riscos por parte dos grupos que vão ficando por fora dos fluxos globais de integração econômica. No plano de análises da estrutura social, a vulnerabilidade se define como perda de capacidade de resposta de um determinado sistema humano. Neste caso a vulnerabilidade expressa o grau de desenvolvimento de uma sociedade e sua capacidade de fazer frente às contingências. A literatura vinculada à degradação ambiental e desastres desenvolve muito bem este conceito dado que focaliza nos aspectos que fazem com que os sistemas humanos não possam adaptar-se a uma mudança ambiental. Na tríade ameaças-risco-vulnerabilidade, este último conceito se inclui como um componente eminentemente social e faz alusões aos distintos tipos de fatores que derivam da atividade humana e funcionam como condições intervenientes para incrementar o dano que certos fenômenos podem causar. Desta perspectiva se considera que o risco seja característico das sociedades humanas e, este não tem, necessariamente, que derivar em desastre. Pelo contrário, acontece desastre quando o risco desaparece da vulnerabilidade.

Em síntese, é um fator de risco interno de um elemento ou grupo de elemento expostos a uma ameaça, corresponde à sua predisposição intrínseca a ser afetado, de ser susceptível a sofrer um dano e de encontrar dificuldades em recuperar-se posteriormente. Corresponde à predisposição ou susceptibilidade física, econômica, política, social ou cultural, que tem uma comunidade de ser afetada ou de sofrer os efeitos adversos caso um fenômeno perigoso de origem natural ou humana (CALDERONA, 1993; LAVELL, 1996), é a susceptibilidade de uma unidade social (família, comunidade, sociedade), estrutura física ou a atividade econômica que sustenta essa unidade, de sofrer dano pela ação de perigo ou ameaça natural ou socialmente construída.

Desta forma, as classes sociais de menor poder econômico quando sofrem os efeitos de um desastre ambiental são mais vulneráveis que outros níveis sociais já que têm menos resiliência, menos recurso social, capacidade tecnológica, técnica e de gestão, menor número de liderança social, enfim são delimitados pela característica da população (

Etnia, idade, poder econômico e político, etc.), são inerentes ao subdesenvolvimento das sociedades e comunidades afetadas, são processos que foram se desenvolvendo e se entrenchando através do tempo (BLAKIE et al, 1994; LAVELL, 1996). Para Lavell *op cit*, são manifestações das condições normais, conformação conjuntural de condições normalmente existentes em uma sociedade ou componentes básicos (comunidades, regiões, etc) , nesta perspectiva são riscos sociais e culturalmente construídos.

A vulnerabilidade da sociedade pode manifestar-se através de distintos componentes ou elementos, resultado de um processo social particular. Algumas das manifestações provenientes da vulnerabilidade decorrem da instalação da população em áreas que tem potencial a desastres; da precariedade estrutural das edificações; da falta de recursos econômicos, da autonomia e da capacidade de decisão da população, das famílias, das comunidades, que permitem enfrentar um contexto de ameaça ou de recuperar-se depois do impacto de um evento físico determinado; da falta de uma sociedade organizada e solidária; da ausência de educação ambiental adequada; da ausência de instituições ou organizações que velem pela segurança da cidadania e que promovam a redução e o controle de risco. Todas essas expressões da vulnerabilidade e outras, se interrelacionam para produzir uma série ilimitada de matrizes de vulnerabilidade e risco global, cenários diferenciados no tempo, no espaço e com referência a grupos, setores ou estratos sociais distintos (Wilches Chaux, 1993).

No estudo da degradação ambiental de uma área é importante fazer uma classificação das ameaças ambientais para relacioná-las com vulnerabilidade global, buscando estabelecer quais são os pontos críticos que incidem na construção social do risco ambiental para os grupos sociais expostos. Bem como estabelecer uma articulação entre as políticas sociais e a gestão ambiental. Antes, é importante relacionar o aspecto da vulnerabilidade global (definido como aqueles fatores críticos que põe a população em risco de choque ou estresse e a possibilidade de fazer frente a ditas crises) com o risco ambiental. Neste sentido, a vulnerabilidade social e risco ambiental se relacionam a partir da consideração da distribuição social do risco.

Wilches Chaux (1993) é um dos autores que tem desenvolvido com maior profundidade este enfoque. Em seus trabalhos, o autor propõe uma classificação de distintos componentes do sistema social, em termos de sua debilidade, para fazer frente às contingências: a vulnerabilidade natural, a vulnerabilidade física, a vulnerabilidade econômica, a vulnerabilidade social, a vulnerabilidade política, a vulnerabilidade técnica, a

vulnerabilidade cultural, a vulnerabilidade educativa, a vulnerabilidade ecológica e a vulnerabilidade institucional. No plano de análises, a vulnerabilidade é um conceito que tenciona a visão reducionista do conceito de pobreza, que só considera a carência de ingressos. Aquele conceito propõe um enfoque que analisa as desigualdades de origem e da trajetória que influenciam sobre o desempenho social. No entanto o clássico trabalho de Castel (1997) se posiciona nas análises da vulnerabilidade definida como aquela zona onde tem uma inserção precária no mercado de trabalho e ao mesmo tempo fragilidade relacional, carência de segurança e contato que permitam mitigar a ameaça da fragilidade laboral. Deste modo, a noção e o enfoque da vulnerabilidade remetem a análises da relação dialética entre entorno e “interno”, cujas características qualificam a vulnerabilidade da unidade de análises em função dos riscos aos que estão expostos e de sua capacidade de resposta (ações e estratégias). Assim, a análises se integra em três componentes centrais: ações; estratégias de uso e reprodução das ações e oportunidades que oferecem o mercado, o Estado e a sociedade civil (Busso, 2002).

A vulnerabilidade também se define como a potencialidade de uma estrutura sofrer danos, desta forma a análise de vulnerabilidade envolve os elementos em risco (físico, social e econômico) e o tipo de risco associado (tal como danos em estruturas, construções e baixas humanas). Busso (2002) ao analisar vulnerabilidade leva em consideração as ações físicas, financeiras, ações humanas e capital humano, ações sociais e ações ambientais, enfoque que se adapta ao estudo que nos propomos.

No nível de análises territorial faz-se necessário integrar a análises da “vulnerabilidade global” em suas distintas dimensões, e incorporar a análises das políticas (sociais, ambientais, urbanas) em termos da capacidade de resposta no plano político-institucional aos desafios que expõem as ameaças ambientais e suas consequências particulares sobre a vulnerabilidade preexistente nos grupos locais (vulnerabilidade interna). A concentração de desvantagens ambientais e o manejo e gestão do patrimônio ambiental condicionam a vulnerabilidade dos lugares. Assim, existem vários planos de intervenções das políticas públicas que por ação ou omissão incrementam a vulnerabilidade global.

De acordo Chardon & González (2002), a vulnerabilidade pode definir através de fatores físicos, naturais, ecológicos, tecnológicos, sociais, econômicos, territoriais, culturais, educativos, funcionais, político-institucionais e administrativos como temporais principalmente. Para conseguir maior detalhamento sobre os diversos tipos de

vulnerabilidade, expomos a seguir a classificação desenvolvida por Gustavo Wilches-Chaux (1989) que identifica onze componentes ou níveis de vulnerabilidade global, mas que foi, ao longo do tempo, recebendo contribuição de outros autores na busca de englobar situações que foram e vão surgindo cotidianamente:

4.3.1. Vulnerabilidade natural

É intrínseca que a todo ser vivo, pelo fato de existir, delimita a sobrevivência de um indivíduo ou uma comunidade. É determinada pelos limites ambientais dentro dos quais é possível a vida, e pelas exigências internas do seu próprio organismo. Está associada ao desaparecimento de espécies vegetais, à alimentação, etc. (LAVELL, 1993, WILCHES-CHAUX, 1993; SEGURA e DUARTE, 2001; BUCH & TURCIOS, 2003).

4.3.2. Vulnerabilidade ambiental

Refere-se à utilização e a conservação dos recursos naturais por parte da comunidade, debilitando-se, a si mesma e degradando os ecossistemas em sua capacidade para absorver distúrbios dos fenômenos da natureza, relaciona-se a alterações ambientais por ações negativa do homem, como por exemplo: o desmatamento que aumentar a vulnerabilidade dos ecossistemas e da comunidade frente às precipitações, que normalmente não tenderiam a converter-se em desastre, mas que ao cair em solo nu provocam erosão, deslizamentos, inundações e avalanches, dentre outros (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; SEGURA e DUARTE, 2001; BUCH & TURCIOS, 2003).

4.3.3. Vulnerabilidade física

Refere-se à localização (fixação) de grandes contingentes da população em zonas de risco físico, à qualidade física de casas e obras de infraestrutura. Esta condição da vulnerabilidade está necessariamente relacionada com a pobreza, à falta de opções de fixação de residência (dificuldade de acesso a lugares seguros, com menor risco), à alta produtividade (particularmente agrícola) de grande número destas áreas (zona de inundação de rios, várzeas, margem de rios, encostas, etc). Traduz pela localização da

comunidade e ineficiência de suas estruturas físicas, o qual historicamente tem estimulado o povoamento das mesmas (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999, BUCH & TURCIOS, 2003).

4.3.4. Vulnerabilidade econômica

Debilidade da base econômica (problema de receitas) da comunidade e excessiva dependência de sua economia (da economia nacional e regional), de fatores externos praticamente incontroláveis dentro do País. Existe uma relação inversa entre receita per capita a nível nacional, regional, local ou populacional e o impacto dos fenômenos físicos extremos. Ou seja, a pobreza aumenta o risco de desastre. Mas, além do problema de receitas, a vulnerabilidade econômica se refere à ausência de recursos públicos adequados em níveis nacionais, regionais e locais, à falta de diversificação da base econômica, ao acesso aos recursos naturais necessários, à forma de exploração do espaço e o manejo tecnológico para ele, a densidade demográfica da população, etc., se expressa pelo desemprego, insuficiência de ingresso ou instabilidade no trabalho, dentre outros, resultando em dificuldade ou impossibilitando o acesso a uma série de serviços básicos (LAVELL, 1993, WILCHES-CHAUX, 1993; JARAMILLO, 1996; SEGURA e DUARTE, 2001; BUCH & TURCIOS, 2003).

4.3.5. Vulnerabilidade social

Busca determinar o grau, a forma de organização e de coesão (união) interna das comunidades e, identificar os fatores que os impedem sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre, visto que uma organização passa por períodos de crescimento, união, desintegração e colapso. No estudo desta vulnerabilidade, também, é importante considerar as seguintes variáveis: as experiências de organização que têm a população (soluções de problemas anteriores podem servir para processo de prevenção e manejo de desastres), a forma como a comunidade se articula (estrutura organizacional, representatividade, grau de participação social, interação social, pontos fracos e fortes). Outro sintoma de vulnerabilidade social é a ausência de liderança efetiva na comunidade (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999, BUCH & TURCIOS, 2003).

4.3.6. Vulnerabilidade política

Reflete o valor do nível de autonomia de uma comunidade para a tomada de decisões sobre assuntos que o afeta. No sentido de alto grau de centralização na tomada de decisões e na organização governamental e na debilidade nos níveis de autonomia de decisão regional, local e comunitário, o qual impede uma maior adequação de ações aos problemas sentidos nesses níveis territoriais. Demonstra se as estruturas para a decisão política são ou não adequadas às necessidades de decisão que correspondem aos fatores que estão em jogo em uma situação de risco. Uma maior autonomia, menor vulnerabilidade política da comunidade (WILCHES-CHAUX, 1988; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999; LAVELL, 2009).

4.3.7. Vulnerabilidade técnica

Refere-se à falta de conhecimento técnico e à utilização inadequada de recursos e tecnologias na construção de edifícios e infraestrutura básica empregada em zonas de risco, inadequadas técnicas de produção (agrícolas, pecuárias, florestais), etc. Tudo aquilo que tem a ver com a inadequação das técnicas e tecnologias do meio, o que pode inclusive produzir novas ameaças e vulnerabilidades em outras ordens ou também a inadequação aos fatores e características dos riscos em um local e tempo determinados (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999).

4.3.8. Vulnerabilidade ideológica

Refere-se à concepção ou pensamento humano através das imagens mentais, conceitos preconcebidos que determinam as idéias acerca dos fenômenos naturais (BUCH & TURCIOS, 2003), à capacidade para reagir antes a certos riscos, pode depender da concepção que os homens têm sobre o mundo e meio ambiente que habitam e com o qual interagem, sobre o papel dos seres humanos neste mundo, se aceitam ou não, absoluto e indiscutivelmente dogmas, os compromissos hierárquicos das instituições. A passividade, o fatalismo, a prevalência de mitos, etc., todos aumentam a vulnerabilidade das populações, limitando suas capacidades de atuar adequadamente frente aos riscos que a natureza

apresenta (WILCHES-CHAUX, 1988; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999; LAVELL, 2009).

4.3.9. Vulnerabilidade ecológica

A vulnerabilidade que tem a comunidade devido à alterações no ecossistema no qual vive, causados por suas próprias atividades. Os modelos de desenvolvimento não se fundamentam na convivência, e sim na dominação pela destruição das reservas do ambiente, o que necessariamente conduz um ecossistema, até um ponto no qual sistema, altamente vulnerável, torna-se incapaz de autoajustar-se ecologicamente para compensar os efeitos diretos ou indiretos da ação humana e, por outro lado gera novos riscos naturais, altamente perigosos para as comunidades que os exploram ou habitam (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999).

4.3.10. Vulnerabilidade cultural

Cultura é uma resultante da integração das diversas partes de um sistema social: concepções, normas, estruturas sociais, políticas e econômicas. Vulnerabilidade cultural é o nível de união que pode ter ou não, a comunidade, através dos sentimentos de pertencer e ter propósitos comuns, mecanismos internos de melhoramento, e as crenças compartilhadas. Refere-se à personalidade da população em relação aos seus costumes, expressões, visões de futuro e origem; tem a ver com a velocidade das mudanças sociais, com a leitura das percepções da comunidade sobre os riscos associados às ameaças. Expressada na forma como os indivíduos vêem a si mesmos na sociedade ou como um conjunto local, regional ou nacional. Importa aqui o papel que exercem os meios de comunicação na consolidação de imagens estereotipadas ou na transmissão de informação distorcida sobre o meio ambiente e os desastres (potenciais ou reais) (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999; SEGURA e DUARTE, 2001).

4.3.11. Vulnerabilidade educativa

Nível de consciência e preparação que a comunidade pode transmitir através do sistema educativo. Relaciona-se a ausência, nos programas de educação, de elementos que adequadamente instruem sobre o meio ambiente, ou o entorno (meio) em que habita a população, seu equilíbrio ou desequilíbrio, etc. Além disso, refere-se ao grau de preparação que recebe a população sobre formas adequadas de comportamento a nível individual, familiar e comunitário em caso de ameaça ou ocorrência de situações de desastre. Reflete se o conhecimento sobre desastre anteriores é transmitido; se a memória ecológica e social que têm manifestações na cultura popular, é transmitida ou o sistema educativo só reproduz e consolida o sistema de relações que reduzem a capacidade de reação da comunidade quando ocorrem mudanças em seu meio ambiente (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996; FRANCO, 1999).

4.3.12. Vulnerabilidade institucional

Denota a dificuldade da sociedade para enfrentar as crises, devido à obsolescência e rigidez das instituições públicas, privadas, sociais, especialmente as jurídicas, onde a burocracia, a prevalência da decisão política, o domínio de critérios personalistas, etc. impedem respostas adequadas e ágeis à realidade existente. Todos nossos procedimentos deveriam estar dirigidos para a prevenção rápida, ágil e para respostas institucionais apropriadas frente às aceleradas mudanças nos ambientes econômicos, político, social e ecológico (WILCHES-CHAUX, 1988; LAVELL, 1993; JARAMILLO, 1996).

De acordo com Barbosa (1997), a vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista. Ela poder ser um risco para um indivíduo isoladamente ou para um sistema exposto ao perigo e, corresponde a sua predisposição intrínseca de ser afetado ou estar preparado para sofrer perdas. Desta forma entende-se por vulnerabilidade:

Física – assentamento humano em área de risco;

Econômica – segmento da população mais vulnerável a desastre é o de baixa renda;

Educacional – comportamento social frente ao perigo;

Ecológica – proteção do meio ambiente e sua relação com a educação;

Técnica – existência de política para instalação de infraestrutura básica, como por exemplo: água para abastecimento;

Saúde - condições da comunidade que traduzem sua predisposição em ser afetada por epidemias.

A figura 4 demonstra riscos e vulnerabilidades para a América Latina na visão de Medina a qual deve ser marco para implatação de um plano de estudo nesta área.

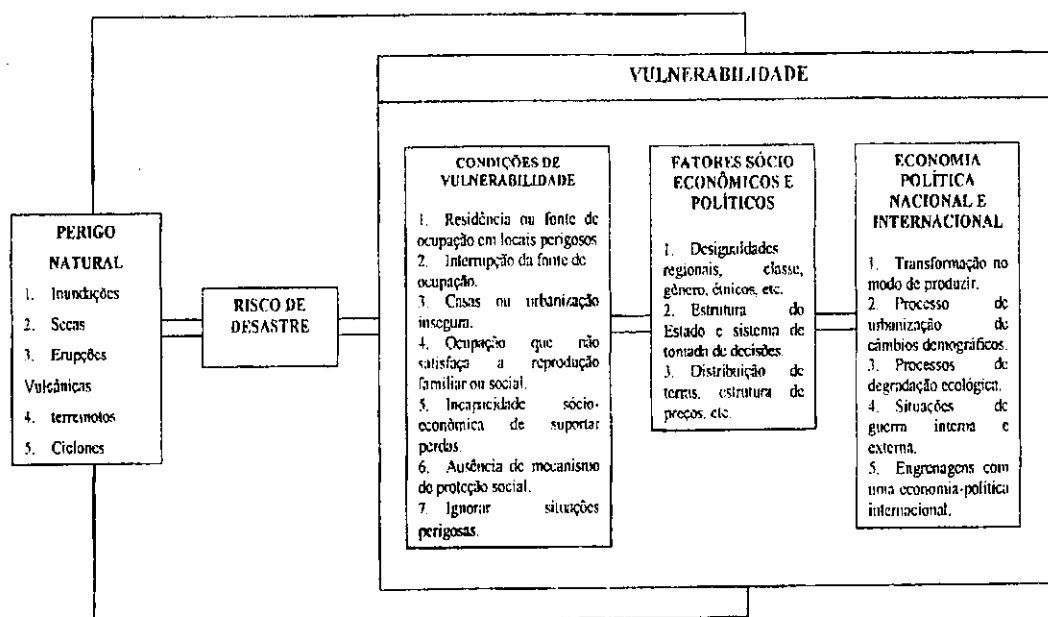


Figura 4. Vulnerabilidade na América Latina.

Fonte: Medina (1992)

Sintetizando, risco pode ser compreendido como fenômeno (Provável), de origem natural ou humana, que implica mudança no ambiente ocupado por um grupo humano. Winchester (1992) *in* Maskrey (1989), define o risco, como uma relação dinâmica entre vulnerabilidades, ameaças, perdas (danos) e estratégias de adaptação. Vulnerabilidade é o grau de exposição ou capacidade que um grupo humano tem para absorver ou ajustar-se aos efeitos de uma mudança no ambiente. Vulnerabilidade refere-se ao conjunto dos elementos que constituem situações opostas aos postulados do desenvolvimento sustentável. Como, ameaça para determinado grupo social em estudo vamos considerar a probabilidade de ocorrência de um risco frente o qual, essa comunidade particular é vulnerável e desastre a afetação de um grupo humano a causa de um evento que produz perda de vidas e danos, que lhe impeçam cumprir atividades básicas e seu funcionamento normal. Assim, o desastre é o produto da convergência, em um momento e um lugar determinado, de ações e fenômenos que obstaculizam o desenvolvimento sustentável.

Assim na redução das vulnerabilidades, o desenvolvimento precisa assumir uma postura multidimensional, que abranja o aspecto ético, pela preocupação com a equidade, e que seja capaz de incluir variáveis dificilmente quantificáveis, mas qualitativamente

indispensáveis à configuração de novos padrões de vida para as atuais e futuras gerações. O ontem, o hoje e o amanhã se apresentam não apenas enquanto sequência cronológica linear, mas como um processo contínuo, onde o que se é hoje e as chances de se ser amanhã decorrem em um processo histórico, cujos limites são ditados pela inter-relação de forças complexas, contraditórias e complementares, que são, ao mesmo tempo, sujeito e objeto desse mesmo processo (SOUSA, 1994).

A análise da vulnerabilidade local deve ser o ponto de partida para identificação de uma mitigação sustentada da organização social, na qual tanto o conhecimento científico como o tecnológico pode levar a um novo rol (MEDINA & ROMERO, 1992). Quando o termo vulnerabilidade se adjectiva com o social, se faz referência a um conceito complexo, dirigido às condições sociais globais dentro de um grupo ou comunidade humana, caracterizando os ângulos de susceptibilidade a receber danos devido à ocorrência de um determinado fenômeno natural (MACÍAS, 1998).

4.4. Vulnerabilidade à contaminação de um recurso hídrico

No entendimento de Sanchez (2008) refere-se à suscetibilidade natural que o recurso hídrico apresenta à contaminação e é determinada principalmente pelas características intrínsecas do aquífero. Custódio (1998) discorrendo sobre águas subterrâneas, afirma que vulnerabilidade das águas é a tendência ou probabilidade que tem um contaminante em alcançar uma posição específica no sistema aquífero, após sua introdução em algum ponto ou terreno. A vulnerabilidade é o termo usado para identificar um conjunto de fatores do complexo hidrogeológico, que marcam a susceptibilidade de receber distribuir um contaminante solúvel ou transportá-lo em água, estes fatores estão relacionados a diferentes processos que afetam o ciclo dos poluentes, resultando em um padrão irregular de distribuição. Especificamente, a vulnerabilidade à contaminação de um aquífero, é usada para representar as características intrínsecas que determinam a sua susceptibilidade de ser afetados de forma adversa por uma carga poluente que provoca alterações físicas, químicas ou biológicas, que estão fora das normas de uso da água.

4.5. Seca e Desertificação

Seca e desertificação são diferentes nos seus efeitos no tempo e nas suas causas. A desertificação é compreendida como um processo complexo e pouco entendido em relação a outros desastres naturais, é cumulativo e num estado avançado tem sérias implicações econômicas e sociais, por não respeitar limites territoriais tem grande abrangência e afeta mais pessoa do que qualquer outro acontecimento natural. A interferência humana tem um papel decisivo na sua instalação, no seu avanço, de maneira geral, na sua reversibilidade, que raramente ocorre de forma espontânea, sem que pelo menos as ações prejudiciais sejam suspensas ou reduzidas. A seca é um fenômeno natural reversível, de ocorrência esporádica ou repetida numa periodicidade complexa e não esclarecida. Quando ocorre, seus efeitos podem ser visualizados através da redução da biodiversidade, da escassez hídrica, assoreamento de rios e reservatórios, alteração das propriedades físicas e químicas dos solos, fatores que reduzem a produtividade agrícola consequentemente, impactam negativamente as populações afetadas. Parte de suas consequências também é reversível, como a disponibilidade hídrica, o retorno de culturas e dos retirantes, todavia, algumas consequências podem permanecer, como extinção de espécies e o abandono de culturas mais sensíveis. O problema da seca faz parte de uma teia de relações que são mais graves quando as condições iniciais são precárias. Portanto, mantém uma estreita relação com a desertificação. Desta forma, áreas em processo de desertificação são mais susceptíveis aos danos provocados pelas secas (LAVELL, 1996; SAMPIAO et al, 2003).

As perdas econômicas causadas pela desertificação podem ser drásticas e imprimem grandes prejuízos a uma região. De forma simplificada, os maiores **problemas** econômicos do Nordeste estão localizados nos seguintes aspectos (MMA, 20001):

- a) *baixo nível de produtividade* em grande parte das atividades econômicas regionais, principalmente na agricultura;
- b) *reduzida qualificação* da mão-de-obra da Região;
- c) *insuficiente dotação de infraestrutura* econômica, sobretudo nos polos de dinamismo mais recentes;
- d) *fragilidade da agropecuária* local (ainda com significativa participação do Semiárido), frente às estiagens mais prolongadas;
- e) *desestruturação dos segmentos exportadores* tradicionais, com crescente insulamento econômico da Região;
- f) *baixo grau de integração* e lento processo de modernização dos pólos industriais mais expressivos da Região.

No semiárido nordestino brasileiro, as inundações e as secas cíclicas são perigos naturais que provocam danos socioeconômicos e ambientais de diversas magnitudes. Na Figura 5 estão ilustrados alguns impactos produzidos, principalmente, pela seca.

Setores	Impactos
Econômico	Redução da produção pecuarista; Redução da produção de grãos; Perda de produtividade de terras férteis; Infestação de insetos e doenças nas plantas; Perda para indústrias dependentes da produção agrícola; Desemprego resultante do declínio da produção de bens em função da seca; Perda pela navegabilidade em riachos, rios e canais; Elevação dos custos para transportar ou transferir água; Aumento dos custos de irrigação Custo de empreendimento ou suplemento de abastecimento de água (poços, barragens, gasodutos) Indisponibilidade de alimentos para animais Perturbação dos ciclos de reprodução (atraso de reprodução, mais aborto) Perdas de receitas federais, estaduais e governos locais (da base tributária reduzida) Diminuição do preço da terra Perda de recreação e turismo
Ambiental	Danos à fauna (perda de habitat silvestre, falta de alimento e de água, predação e doenças); Prejuízos às espécies piscícolas; Prejuízos à flora; Redução na qualidade de água; Efeitos na qualidade do ar.
Social	Problemas de saúde relativos à baixa vazão Desigualdade na distribuição dos alívios aos impactos das secas. Desgaste físico e mental (por exemplo, ansiedade, depressão, perda de segurança, violência) Reduções na alimentação (por exemplo, limitações de alto custo dos alimentos, relacionados ao estresse, carências alimentares) Perda de vidas humanas (por exemplo, de stress térmico, suicídios) Aumento de doenças respiratórias Aumento de doenças causadas por concentrações de animais selvagens Conflitos de usuário da Água Conflitos políticos Aumento da pobreza em geral Migrações População (áreas rurais para áreas urbanas) Perda de valores estéticos Redução ou alteração de atividades recreativas Perturbação dos sistemas de crença cultural (religiosa e científica dos riscos naturais) Perda de locais de interesse cultural

Figura 5. Impactos produzidos pela seca

Fonte: Adaptado de Wilhite (1990) e NDMC (2010)

A degradação do solo é algo tão antigo quanto à civilização: na literatura Suméria, há mais de 4.000 anos, há evocações de descrições de desertificação (SECRETARIA TOF THE UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION, 2000).

Mas na história moderna o conceito de desertificação começou a ser discutido pela comunidade científica a partir dos anos 30, quando processos de degradação ocorreram no oeste americano, decorrente de desmatamento e da intensificação da agricultura e pecuária, agravados por uma forte seca entre os anos de 1929 e 1932, tal fenômeno ficou conhecido

como Dust Bowl, onde intensa degradação dos solos devastou uma área em torno de 380.000 km², nos estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado. Este processo motivou os cientistas a iniciarem um conjunto de pesquisas e a mencionarem tal processo como sendo o da desertificação, isto é, a formação de condições de tipo desértico em áreas de clima semiárido (IICA, 2004). Mas foi a partir dos anos 70, após ocorrência de uma grande seca na região conhecida como Sharel, onde morreram mais de 500.000 pessoas, que o tema desertificação passou a fazer parte das discussões mundiais, principalmente, entre países preocupados com o avanço do processo. Assim a comunidade internacional deu maior atenção para seus impactos nos meios ecológico e socioeconômico. Nesta década, no ano de 1997 na cidade de Nairobi no Quênia, iniciou o debate para adoção de ações firmes de combate à desertificação com a realização da Conferência de Combate a Desertificação Internacional das Nações Unidas e que também teve, como fruto, a criação do Plano de Combate à Desertificação de adesão voluntária dos países participantes. Nos anos 90, a discussão se intensificou devido às consequências trágicas que o processo vinha desencadeando em diversos países do mundo, principalmente na África, onde levou a morte milhares de pessoas e a degradação ambiental se agravava. Em 1992, foi formulado, no Rio de Janeiro, um documento conhecido como Agenda 21, com o propósito de assegurar a realização dos compromissos assumidos durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, este documento dedica um capítulo inteiro sobre o tema desertificação. Nesta mesma década, mais precisamente no ano de 1994, foi elaborada uma Convenção Internacional de Combate a Desertificação (CCD), que, por sua vez, forçava os países a criarem um Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação, que no caso do Brasil é executado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em 2004, a Coordenação Técnica de Combate à Desertificação foi reestruturada e passou a ser denominada Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Segundo MORALES & PARADA (2005) o termo desertificação se relaciona usualmente com a idéia de deserto físico. Por esta razão, é possível encontrar referências a áreas de extrema seca na qual não se pratica agricultura. Também se alude a áreas desertificadas para referir-se a lugares onde as precipitações se concentram em períodos muito breves do ano, e onde se pratica agricultura de subsistência. Por sua vez, o termo “degradação” se emprega muitas vezes como sinônimo de desertificação, quando se fala de degradação de terras. Em estrito rigor, este termo é mais

como Dust Bowl, onde intensa degradação dos solos devastou uma área em torno de 380.000 km², nos estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado. Este processo motivou os cientistas a iniciarem um conjunto de pesquisas e a mencionarem tal processo como sendo o da desertificação, isto é, a formação de condições de tipo desértico em áreas de clima semiárido (IICA, 2004). Mas foi a partir dos anos 70, após ocorrência de uma grande seca na região conhecida como Sharel, onde morreram mais de 500.000 pessoas, que o tema desertificação passou a fazer parte das discussões mundiais, principalmente, entre países preocupados com o avanço do processo. Assim a comunidade internacional deu maior atenção para seus impactos nos meios ecológico e socioeconômico. Nesta década, no ano de 1997 na cidade de Nairobi no Quênia, iniciou o debate para adoção de ações firmes de combate à desertificação com a realização da Conferência de Combate a Desertificação Internacional das Nações Unidas e que também teve, como fruto, a criação do Plano de Combate à Desertificação de adesão voluntária dos países participantes. Nos anos 90, a discussão se intensificou devido às consequências trágicas que o processo vinha desencadeando em diversos países do mundo, principalmente na África, onde levou a morte milhares de pessoas e a degradação ambiental se agravava. Em 1992, foi formulado, no Rio de Janeiro, um documento conhecido como Agenda 21, com o propósito de assegurar a realização dos compromissos assumidos durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, este documento dedica um capítulo inteiro sobre o tema desertificação. Nesta mesma década, mais precisamente no ano de 1994, foi elaborada uma Convenção Internacional de Combate a Desertificação (CCD), que, por sua vez, forçava os países a criarem um Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação, que no caso do Brasil é executado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em 2004, a Coordenação Técnica de Combate à Desertificação foi reestruturada e passou a ser denominada Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Segundo MORALES & PARADA (2005) o termo desertificação se relaciona usualmente com a idéia de deserto físico. Por esta razão, é possível encontrar referências a áreas de extrema seca na qual não se pratica agricultura. Também se alude a áreas desertificadas para referir-se a lugares onde as precipitações se concentram em períodos muito breves do ano, e onde se pratica agricultura de subsistência. Por sua vez, o termo “degradação” se emprega muitas vezes como sinônimo de desertificação, quando se fala de degradação de terras. Em estrito rigor, este termo é mais

amplo que o de desertificação e se aplica a terra, a cobertura vegetal, a biodiversidade, como se verá mais adiante, denota perda da capacidade produtiva.

A desertificação é a consequência terminal de uma série de fatores, tanto biofísicos como políticos, sociais, culturais e econômicos. Todas as definições consideradas têm como denominador comum a percepção de que se trata de um problema de caráter mundial, causado principalmente por ação degradadora do homem sobre o meio ambiente. Por sua parte, o conceito de “degradação” denota a perda da capacidade do solo ou da água, ou de outros recursos, para sustentar uma determinada atividade produtiva em um determinado nível. Em outras palavras, se refere à perda de produtividade biofísica (MORALES & PARADA, 2005).

Para Silva (1999), a desertificação é uma forma extrema de degradação da terra, quando a cobertura vegetal se encontra completamente danificada, enquanto que a degradação de terras pode ser qualquer atividade que comprometa o equilíbrio do ambiente natural. Vários podem ser os agentes degradantes do ambiente, mas o homem, tanto o humilde quanto o sedento de poder são as maiores ameaças ao meio ambiente.

Do ponto de vista conceitual, a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (1994) definiu escopo de aplicação, objetivos, princípios e principais diretrizes de atuação, em nível geral. Segundo esta Convenção, desertificação é definida como sendo a degradação da terra (a redução ou a perda da produtividade) nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de diversos fatores tais como: variações climáticas, as atividades humanas e padrões de povoamento. Sendo que por degradação das terras entende:

1. degradação dos solos e dos recursos hídricos,
2. degradação da vegetação e biodiversidade,
3. redução da qualidade de vida das populações afetadas.

Sabe-se que o processo de desertificação tem sua origem nas complexas interações de fatores físicos, biológicos, sociais, políticos, econômicos e culturais, variações climáticas, uso indevido da terra, práticas agrícolas inadequadas, aumento da densidade demográfica, sobrepastoreio, salinização dos solos por irrigação e processos de uso intensivo e sem manejo adequado na agricultura. Por isso a determinação das áreas antropizadas é de suma importância para a compreensão da desertificação haja visto que

segundo a UNCCD, as alterações ambientais provocadas pela ação humana é condição que intensifica a ação dos efeitos climáticos adversos, que promovem a degradação ambiental.

4.6. Desertificação no Contexto Mundial

As áreas suscetíveis a desertificação e à seca (semiáridas e subúmidas secas) correspondem a 33% da superfície terrestre (51.720.000 km²) onde vivem mais de 2,6 bilhões de pessoas de 110 países (42% da população total do planeta Terra) e, são responsáveis por quase 22% da produção mundial de alimentos. Trata-se de áreas importantes pela extensão de terras, por abrigarem alto contingente populacional e pelo potencial econômico, assim como pelos desequilíbrios ambientais que podem provocar, quando manejadas de forma errada. Contudo, uma série de fatores históricos e estruturais vem condicionando os padrões de organização social e exploração dos recursos naturais nestas áreas, provocando perdas econômicas e ambientais significativas, destruindo a produtividade da terra e contribuindo para o aumento da pobreza.

Estas áreas no mundo, classificadas segundo os pressupostos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), são aquelas que se encontram em clima árido, semiárido e sub-úmido seco, e que são definidas a partir do Índice de Aridez (razão entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial) com base no sistema climático de Thornthwaite, o qual estabelece as seguintes classes climáticas (MMA, 2007):

Tabela 2. Índice de Aridez

Classes Climáticas	Índice de Aridez
Hiperárido	< 0,03
Árido	0,03 - 0,20
Semiárido	0,21 - 0,50
Subúmido seco	0,51 - 0,65
Subúmido e úmido	> 0,65

Fonte: UNEP (1991)

No que diz respeito à degradação das terras, existem diferenças nas avaliações. Segundo dados do International Centre for Arid and Semi-Arid Land Studies - ICASALS, na Universidade do Texas, o total de terras degradadas seria de 69,0 % de todas as terras áridas do mundo. Este dado inclui as áreas onde existe alguma degradação da vegetação

sem a existência de degradação de solos. Dados do International Soil Reference and Information Centre-ISRIC, concluem que 19,5 % das regiões semiáridas do mundo estariam sofrendo algum tipo de degradação. A diferença nos números se deve às diferenças entre as metodologias utilizadas. No entanto, o PNUMA optou pelo número apontado pelo ICASALS devido ao fato de que a metodologia do ISRIC não considerou as áreas apontadas como tendo degradação de vegetação, porém sem degradação de solos. A Tabela 3 mostra os dados resultantes das duas metodologias e suas respectivas percentagens em relação ao total de terras áridas do mundo (SCHENKEL & MATALLO JUNIOR, 2003).

Tabela 3. Áreas afetadas pela desertificação

Áreas degradadas	km ²	% do Total de Terras Secas
1 - Áreas degradadas por irrigação	430.000	0,8
2 - Áreas degradadas por agricultura de sequeiro	2.160.000	4,1
3 - Áreas degradadas por pecuária (solos e vegetação degradados)	7.570.000	14,6
4 - Áreas secas com degradação de solos induzidas pelo homem (ISRIC, 1+2+3)	10.160.000	19,5
5 - Degradação das terras de pastoreio (degradação de vegetação sem degradação de solos)-ICASALS	25.760.000	50,0
6 - Total das áreas secas degradadas (4+5)	35.920.000	69,0

Fonte: UNEP (1991)

4.7. Desertificação na América Latina

A América Latina e o Caribe têm uma superfície de 20,18 milhões de km², dos quais uns 25% correspondem a terras áridas, semiáridas e subúmidas secas. Desse total, por sua vez, 75%, cerca de 378 milhões de hectares, apresentam sérios problemas de degradação. As estatísticas revelam que na Bolívia, Chile, Equador e Peru, entre 27% e 43% do território destes países estão em risco de desertificação, o que afeta uma parte muito significativa de sua população, como é o caso da Bolívia, onde seis milhões de pessoas, 77% da população do país, vivem em áreas afetadas, no Uruguai, se estima que mais de 80% da superfície agrícola do país sofre diversos graus de erosão e, na Colômbia esta proporção fica em torno de 48% de seu território. Em áreas desertificadas é possível observar altos índices de pobreza em proporções significativamente maiores do que em

escala mundial e quem habita estas terras enfrentam geralmente grandes restrições biofísicas e econômicas, tais como: falta de acesso à terra, à água, ao capital, aos mercados, à tecnologia moderna. Estas restrições favorecem a processos migratórios que são característicos das áreas áridas, semiáridas, terras degradadas e fazem parte de um ciclo de esgotamento dos recursos naturais. Nestas condições é comum os produtores das áreas afetadas por este processo, intensificarem a exploração dos recursos naturais contribuindo assim para aumentar a desertificação dos ecossistemas, o que resulta em mais pobreza, migração com profundas sequelas nas estruturas sociais e no núcleo familiar (MORALES & PARADA, 2005).

4.8. Desertificação no Brasil

O Nordeste brasileiro compreende os Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, abrange uma área de 1.548.672km². Incluindo-se o território Mina do (antigo) Polígono das Secas tem-se uma superfície de 1.662.947km², que corresponde ao espaço conhecido como Nordeste da Sudene. Esse território foi recentemente ampliado em mais 74.246,40 km², com a inclusão de terras do noroeste do Espírito Santo (24.432,70 km²) e de novas áreas de Minas Gerais agora situadas no Vale do Jequitinhonha (49.813,70 km²) e cobre uma superfície de 1.790.701,40 km². Neste espaço do território brasileiro, têm sido diagnosticadas terras em processos de degradação ou com algum tipo de comprometimento, que totalizam 1.340.863 km², abrangem 1.488 municípios e atingem diretamente 30 milhões de habitantes, mais de 18,75% da população. Desse total, 180 mil km² se encontram em processo grave e muito grave de desertificação (MMA, 2007; MARIZ, 2006; SEPLAN-RN, IICA, CDSS, 2000).

O mapa das Áreas de risco à desertificação e áreas afetadas por processos de desertificação no Brasil (Figura 6) foi elaborado a partir de trabalho realizado pelo Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA com base em trabalhos de Vasconcelos Sobrinho e pesquisadores da UFPI, que classificaram a área em três níveis de degradação: Muito Grave, Grave e Moderada (MMA, 2007).

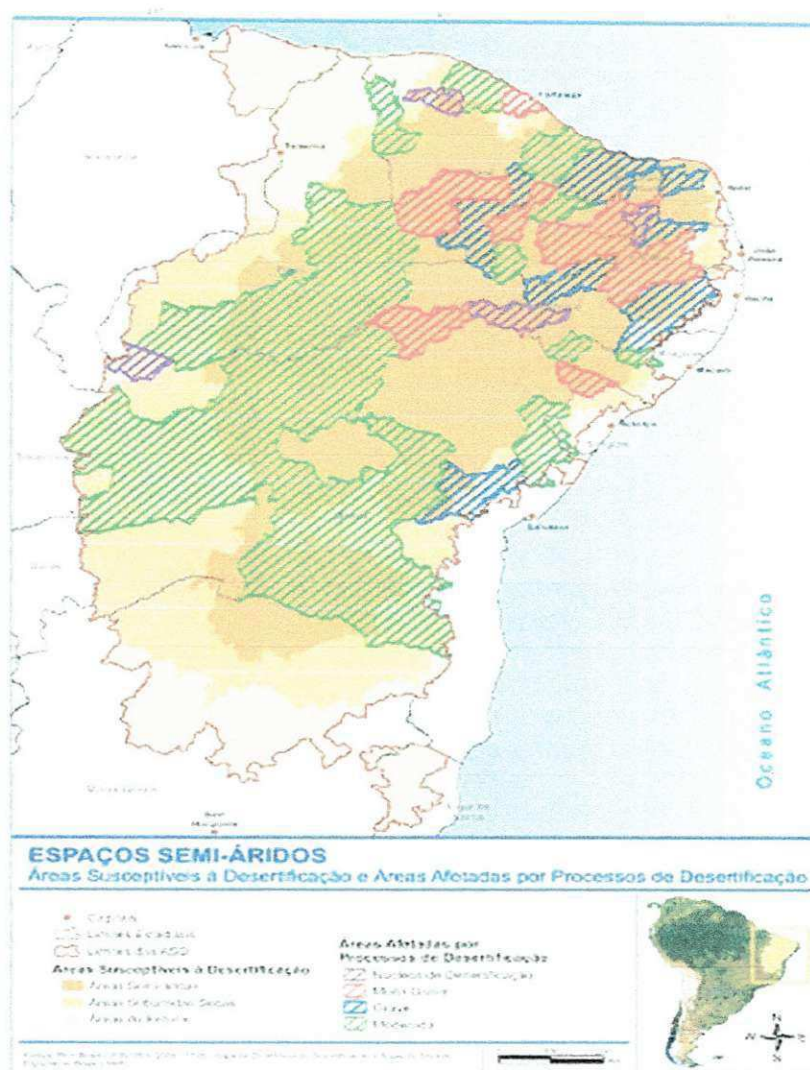


Figura 6. Áreas de risco a desertificação e áreas afetadas por processos de desertificação no Brasil. Fonte: MMA (2007)

Os problemas climáticos nordestino resultavam de fenômenos puramente naturais, mas atualmente estão sendo intensificados em função de intervenções antrópicas nesta área, como por exemplo: retirada de lenha da caatinga (desmatamento), mineração (garimpagem) dentre outros, que têm contribuído muito para acelerar o processo de desertificação no Seridó Paraibano (CÂNDIDO, 2000; PRODER, 1996; ANDRADE, 1994).

O processo de desertificação se manifesta de duas maneiras diferentes: i) difusa no território, abrangendo diferentes níveis de degradação dos solos, da vegetação e dos recursos hídricos; ii) concentrada em pequenas porções do território, porém com intensa degradação dos recursos da terra. Os estudos disponíveis indicam que a área afetada de

forma Muito Grave é de 98.595 km², 10% do semiárido e as áreas afetadas de forma Grave atingem 81.870 km², 8% do território. Deve-se acrescentar que as demais áreas sujeitas ao antropismo, 393.897 km², sofrem degradação Moderada (IICA, 2009)

Os processos de desertificação nos espaços semiáridos brasileiros começaram a ser, formalmente, identificados nos anos de 1970. Estudo pioneiro realizado naquela época pelo ecólogo pernambucano João Vasconcelos Sobrinho informava que ali estaria a surgir “um grande deserto com todas as características ecológicas que conduziram à formação dos grandes desertos hoje existentes em outras regiões do globo”.

4.9. Desertificação no Estado da Paraíba

O Estado da Paraíba possui uma extensão territorial de 56.439,84 km, correspondendo a 3,63% da área da região Nordeste. Está situado entre as latitudes de 06°00'11,1 e 08°19'54,7 sul, e as longitudes de 34°45' 50,4'' e 38° 47' 58,3'' oeste, limita-se ao norte com o Estado do Rio Grande do Norte; a leste, com o oceano Atlântico; a oeste, com o Estado do Ceará; e ao sul, com o Estado de Pernambuco. No Estado da Paraíba, o processo de desertificação encontra-se bastante acentuado nas áreas de caatinga principalmente, onde os índices pluviométricos são inferiores a 500 mm/ano, a exemplo das Microrregiões do Curimataú Ocidental, Cariri Oriental e Ocidental, bem como do Seridó (Paraíba, 2006). Barbosa, Pereira e Araujo (2005) mostraram que a Paraíba tem 6,5% de seu território comprometido com o processo severo de desertificação, sendo que as áreas mais afetadas são: a microrregião do Seridó, a sub-bacia do Rio Taperoá e a microrregião do Piancó.

Sabe-se que os principais agentes da degradação nessas áreas são o sobreuso ou o uso inapropriado dos recursos naturais, uso de práticas inadequadas na mineração e na agropecuária, manejo irracional da caatinga, com forte agressão ao bioma, caracterizada pelo desmatamento ilimitado e irracional, os quais são agravados pelas secas periódicas, falta de infraestrutura e políticas públicas, num contexto onde a população está entre as mais pobres do mundo; as tecnologias utilizadas são inadequadas; há sérias restrições de certos recursos naturais e a globalização da economia vem estimulando a super-exploração dos recursos naturais que já são escassos.

Afirma Sá (2002) em seu trabalho sobre degradação ambiental, que os Estado do Ceará e Paraíba apresentam as maiores áreas, em termos percentuais, com o nível de

degradação muito grave. Segundo os dados do Ministério do Meio Ambiente, a Paraíba é o Estado nordestino que possui o segundo maior número de municípios incluídos na área do Semiárido, ficando atrás apenas do Piauí. Cerca de 170 municípios paraibanos (80%) estão numa área em que os índices pluviométricos são inferiores a 800 mm anuais. Desta forma, todos esses municípios estão com suas terras em risco de desertificação e ainda de acordo com este Organismo esse processo afeta diretamente 1,5 milhão de pessoas no Estado (Ambientebrasil, 2009).

Em função dessas interferências, os problemas ambientais foram aumentando paulatinamente até alcançar níveis drásticos nas últimas décadas, não só em nível regional, mas também global. Desta forma, em face da crise sócioambiental em que se encontra o planeta, é fundamental que se repense a relação homem-natureza, levando em consideração, principalmente, o tempo de regeneração dos sistemas naturais frente aos crescentes impactos resultantes das atividades antrópicas.

Morais Neto (2003), em trabalho de Doutorado realizado nos municípios de Picuí, Sousa e Sumé, identificou diversos núcleos de desertificação. O autor resalta que no município de Picuí, a degradação ambiental é tão crítica que não existe nenhuma área que possa ser representada pelo nível de degradação muito baixo, prevalecendo os níveis moderado grave e muito grave; já nos municípios de Sousa e Sumé encontram-se áreas com nível de degradação muito baixo, no entanto são em quantidade pequena, predominando o nível moderado.

Reforçando o exposto acima, em pesquisa anterior, Silva (2002) identificou que a vegetação nativa do município de Picuí encontra-se quase extinta, e que no município os níveis de degradação grave e muito grave representam 45.45% de seu território, isto ocorre em função do manejo inadequado das terras, das constantes queimadas, da retirada da vegetação para lenha, da garimpagem, da pecuária extensiva, associados ao agravamento imposto pelas mudanças climáticas. Os resultados dessas atividades são impactos ambientais alarmantes que se refletem na atual situação socioeconômica dos agricultores.

Duarte (2008), em trabalho semelhante realizado em Taperoá, também identificou redução da cobertura vegetal e um aumento de 145,64 km² e 61,68 km² para os níveis de moderado e grave de degradação para o período compreendido de 1984 a 2005. De acordo com os resultados obtidos por estes autores pode-se concluir que este processo ocorre de forma generalizada no Estado da Paraíba.

4.10. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto é uma fonte de dados/informações que envolve a detecção, identificação, classificação, delimitação e análise dos aspectos e fenômenos da superfície da terra, derivadas de imagens adquiridas por sensores aerotransportados ou orbitais, cujo manuseio pode ser feito através de interpretação óptica e/ou computadorizada (ERDAS,1997), sem que o aparelho esteja em contato com o objeto alvo. É um conjunto de técnicas que permite obter informações da superfície da Terra à distância.

No entendimento de Florenzano (2007), sensoriamento remoto é como tecnologia que permite obter imagens e outros de dados da superfície terrestre, por meio da captação da energia refletida ou emitida pela superfície através de sensores acoplados em plataformas que captam a energia eletromagnética, configurando assim, em um grande sistema gerador de informações ambientais. COMITAS (1988) assevera que sensoriamento remoto pode ser definido como a disciplina científica que reúne conhecimentos e técnicas essenciais para a observação, a análise, a interpretação e a gestão do ambiente terrestre, usando dados adquiridos a partir de plataformas aéreas, espaciais, terrestres ou marítimas.

Para Lillesand & Kiefer (1995), Sensoriamento Remoto é a ciência e a arte de se obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, por meio de análise de dados adquiridos por um sistema que não está em contato com esse objeto, área ou fenômeno sob investigação. Como demonstra esta definição, a obtenção de informações sobre objetos, área ou fenômenos, utilizando-se o Sensoriamento Remoto, é possível através da análise de dados, ou seja, da análise das relações entre os alvos e a energia eletromagnética. MOREIRA (2001) ensina que sensoriamento remoto é o conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto, sem que haja contato físico entre o objeto e o equipamento sensor (dispositivos sensores colocados em aviões satélites ou até mesmo na superfície), diz ainda estas que atividades são utilizadas para obter informações a respeito dos recursos naturais renováveis ou não renováveis do planeta Terra.

A partir da década de setenta, com o lançamento dos satélites LANDSAT, muitas pesquisas têm utilizado informações sobre os diferentes alvos da superfície terrestre, coletados a nível orbital, que são de grande valia no estudo dos recursos naturais (MOREIRA & ASSUNÇÃO,1984).

O uso de imagens de satélites tem sido bastante empregado nessas metodologias, possibilitando periodicidade regular de cenas, maior capacidade de atualização de processos na superfície terrestre e inclusão de um grande campo do espectro eletromagnético (IZOLA et al, 1998). Com a utilização de imagens de satélite é possível realizar o imageamento sinótico e periódico da superfície terrestre e, conseqüentemente, o levantamento e monitoramento dos recursos naturais, de forma rápida e poupando tempo, dinheiro e pessoal especializado.

O meio ambiente natural e urbano estão submetidos a processos de mudanças contínuos em resposta às atividades naturais e antrópicas. A compreensão do complexo inter-relacionamento dos fenômenos que provocam essas mudanças implica em fazer estudos com grande diversidade de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de se coletar os dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial. Os satélites empregados para estes propósitos são complexos, dispendiosos e de alto conteúdo tecnológico, como é o caso do Brasil.

A interação do fluxo da radiação eletromagnética com os elementos terrestres é entendida como o comportamento espectral dos alvos. Dependendo das características do alvo e dos comprimentos de ondas (faixa espectral) envolvidos, é possível observar comportamento, respostas variadas para os mecanismos de absorção, transmissão e reflexão da energia eletromagnética. Cada objeto da superfície terrestre interage diferentemente com cada faixa espectral.

4.11. Processamento Digital de Imagens

Os sistemas de processamento digital de imagens são destinados à melhoria da visualização de dados que compõem a imagem. O processamento digital de imagens é compreendido como um conjunto de técnica de manipulação (pré-processamento, realce, classificação) e interpretação de uma imagem digital com o auxílio de um computador de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens. Este procedimento tem como objetivo, identificar, extrair, melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (NOVO, 1992; BARRA, 2007; INPE, 2009).

Afirma Crósta (1992) que o sistema visual humano dificilmente é capaz de processar o enorme volume de informações presentes numa imagem e que degradações e distorções inerentes aos processos de aquisição, transmissão e visualização de imagens contribuem para limitar essa capacidade. O pensamento de Lillesand & Kiefer (1995) se assemelha ao de Crosta *op cit* ao dizer que o olho humano não tem a capacidade acurada para discernir os valores das tonalidades de cinza em uma imagem, o que dificulta ao fotointérprete realizar a análise numérica de uma imagem espectral. Assim o processamento digital de imagens através de diferentes tipos de manipulações se constitui em uma ferramenta fundamental para a remoção dessas limitações inerentes ao analista humano permitindo a realização de interpretação segura e ágil.

4.12. Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O sistema de informação geográfica é um conjunto técnicas e ferramentas usadas na manipulação de informações ambientais, bem como para estudar e resolver os problemas de organização espacial. O motivo de sua utilização cada vez mais frequente, em diversas áreas de pesquisa, reside no fato de que ele permite que dados georeferenciados possam ser armazenados, manipulados e analisados, permitindo maior agilidade na obtenção de informações. Estes são ferramentas de apoio ao geoprocessamento que consistem de um conjunto de dados (banco de geodados), integrados e controlados através de utilitários de software e hardware. Os SIGs permitem a automatização de cruzamentos complexos de informações convencionais e espaciais.

Para Câmara (2001), o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Tosi (1999) explica que os SIG's consistem em um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas, perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de informações georeferenciadas, bem como a produção de informações derivadas de sua aplicação. São extremamente úteis para, organizadamente, armazenar e processar com agilidade diversos tipos de informações (Silva, 1999), servindo de apoio ao geoprocessamento e

possibilitando a geração de produtos de precisão (informações refinadas e meios para sua interpretação e/ou difusão) com base em dados associados a mapas, cartas, imagens de satélite e relatórios técnicos sobre temas estratégicos (Barbosa, 2003). Segundo este autor os SIG's são utilizados seguindo-se quatro sistemas básicos: entrada de dados; armazenamento, recuperação e atualização de dados; manipulação, análises e simulações e apresentação dos dados resultantes.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são ferramentas utilizadas para o processamento de informações relacionadas com alguma posição no espaço (Geoprocessamento) objetivando facilitar a manipulação e a difusão de uma grande quantidade de dados geo-referenciados de tipos textual, temático, multiespectral e multitemporal, que caracterizam aspectos ambientais e socioeconômicos de uma região (Barros, 1998).

Para o INPE o termo *sistemas de informação geográfica* (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Devido a sua ampla gama de aplicações, há pelo menos três grandes maneiras de utilizá-lo:

- como ferramenta para produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de fenômenos;
- como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

De forma ampla, os componentes de um SIG podem ser representados pela figura

7.

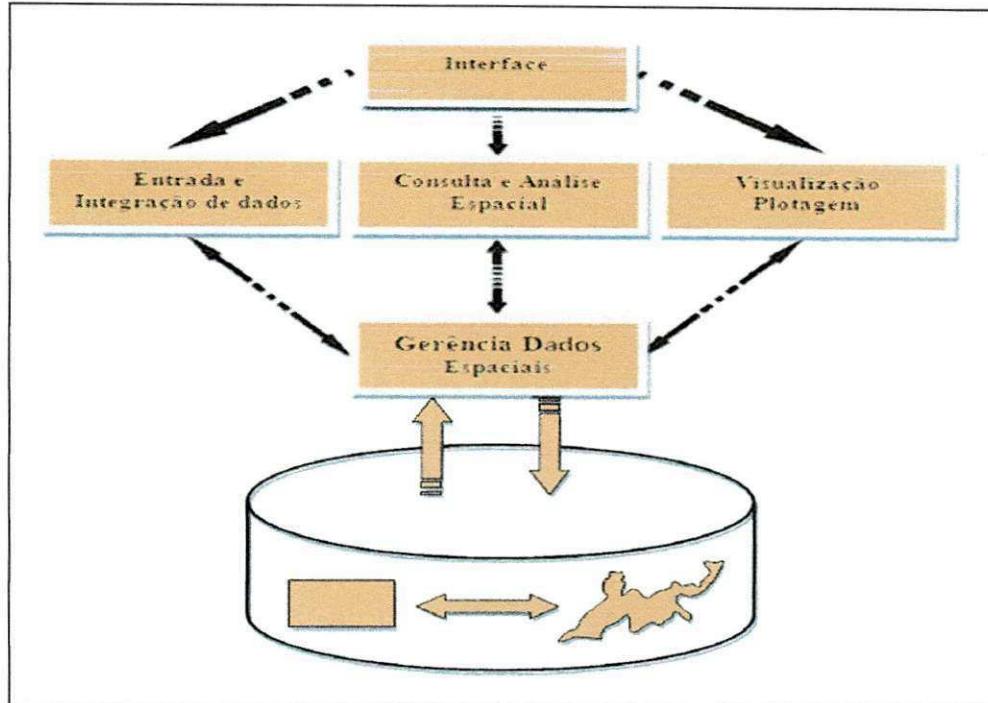


Figura 7. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.

Fonte: Adaptado do INPE (2010)

Para Star & Estes (1990), os SIGs evoluíram como meio de reunir e analisar dados espaciais para fins de planejamento e de manejo de recurso natural a nível urbano, regional, estadual e nacional de órgãos governamentais. Logo encontram uma série de outras aplicações, como: estudo da degradação ambiental e vulnerabilidade socioeconômica (ALENCAR, 2004), identificação de potencial hidráulico, visando à geração de energia elétrica (SOUZA et al, 2007), estimativa espaço-temporal da superfície potenciométrica do sistema aquífero (MONTEIRO, 2003), monitoramento hiperespectral de lagoas de resíduos (FRAUENDEORF et al, 2005), manejo da qualidade de água (ADAMS et al. 1982), Geoturismo (AMORIN, 2005), mapeamento de crescimento urbano (MEDEIROS & PETTA, 2005), elaboração de mapas de riscos de erosão (LIMA et al. 1992; PELLETIER, 1985), mapas de aptidão agrícola (FORMAGGIO, 1992), atualização de rede hidráulica (BIELENKI JR & FARIAS, 2005), planejamento rural (VENTURA et al. 1988), identificação de áreas de captação em bacia hidrográfica (WACHHOLZ & PEREIRA FILHO, 2005), caracterização e planejamento urbano (MOURA & SILVA, 2004).

Uma análise de atributos de terreno do Município de Rio Claro foi efetuada por Lima (1994), envolvendo a coleta de dados cartográficos, documentos descritores, fotos

aéreas e imagens orbitais. Uma vez organizados os dados, referenciados por uma base de coordenadas geográficas, o tratamento automatizado destas informações foi conduzido através do Sistema de Informação Geográfica - SGI desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Com o auxílio desta ferramenta e das técnicas acima citadas, permitiu identificar áreas sujeitas a processos erosivos, cuja remediação pode ser prevista em planejamento, segundo a prioridade dos níveis de degradação em que se apresentam.

Em uma escala de maior detalhe, o planejamento urbano em bacias hidrográficas tem despertado o interesse de estudiosos, desde que são consideradas unidades naturais da paisagem, que contêm uma organização de recursos e atividades interligados e interdependentes, e não relacionados com limites políticos (Irwin & Williams, 1986).

Um estudo de avaliação da qualidade ambiental da bacia do Córrego da Servidão no Município de Rio Claro, desenvolvido por Lima (1994), mostrou que os impactos ambientais causados pelo processo de ocupação caótica são impulsionados desde o início por um modelo de desenvolvimento determinado por interesses econômicos imediatistas.

Observa-se também que, nesta bacia, a urbanização invadiu espaços que deveriam ser destinados à preservação natural, como regiões ribeirinhas e pequenas várzeas. Em diversos trechos do Córrego, frequentemente são registrados eventos de inundação, durante as fortes chuvas. Cronicamente, consideráveis despesas públicas com obras de drenagem, limpeza e repavimentação decorrem da inobservância de fenômenos naturais.

Utilizando-se de sistema de informação geográfica e com base em uma análise ambiental, Lima (1994) elaborou um cenário de usos mais recomendados para aquela microbacia, voltado para a sustentabilidade e valorização da paisagem.

Medeiros & Petta (2005), através de técnicas de Geoprocessamento geraram mapa de Expansão Urbana do município de Parnamirim no Estado do Rio Grande do Norte.

O uso do geoprocessamento no estudo da degradação ambiental, dos riscos a desastre resultante da interação entre o binômio sociedade-natureza, permite uma maior dinâmica do processo de geração de informações, possibilitando maior produtividade, atualizações em tempo real e versatilidade no manuseio dos dados obtidos (MORAES NETO, 2002).

4.13. Consciência e Percepção Ambiental

Ao longo da evolução histórica da humanidade, o homem sempre planejou e alterou o ambiente de modo que pudesse satisfazer suas necessidades. Essas alterações ambientais, frutos de determinados momentos históricos, deixaram de considerar inúmeras funções básicas dos ecossistemas onde foram e são executadas. Práticas desta ordem foram passando de geração em geração e assim se perpetuando no decurso histórico das civilizações humanas, desta forma foram incorporadas à cultura reinante que baliza a interação entre o homem e a natureza. Isto tem refletido na forma como as sociedades percebem, valorizam e se comportam em relação a questões ambientais, uma vez que muitos de nossos comportamentos e hábitos cotidianos são fundamentados em normas culturais. O agravante é que as normas e os valores frequentemente mudam através do tempo para se adaptarem ao modo de vida que se renova face a novas necessidades criadas pelo homem contemporâneo. Assim fica evidente que a origem dos impactos sobre o ambiente provocados pelas tecnologias, bem como suas consequências, é social. Logo a forma como uma comunidade se relaciona com o meio ambiente pode ser explicada através da maneira como esta percebe o ambiente no qual está inserida.

Desta forma uma questão que requer a atenção de todos nós é o estudo da percepção ambiental. Já que esta área diz respeito às inter-relações entre o comportamento humano e o meio ambiente e, também pode apontar o melhor caminho para se enfrentar e controlar os danos ambientais dentro de determinadas comunidades.

O termo consciência ambiental passou a ser utilizada com representatividade, na sociologia, geografia, psicologia e nas ciências ambientais, a partir da década de 70. É neste momento que passa a ser compreendido como a totalidade dos processos cognitivos, das atitudes e das ações humanas nas suas relações com o ambiente. De acordo com Chiamenti (2003) não é fácil estudar a consciência ambiental, pois frequentemente fatores, atitudes e condutas apresentam algum tipo de contradição entre si. Esses estudos seguem uma corrente que pressupõem que os seres humanos se comportam no mundo real a partir de um conhecimento com base em imagens subjetivas. Segundo Silva (2003), a finalidade da consciência ambiental é criar a compreensão total dos aspectos e impactos, dos efeitos dos comportamentos e do modo de vida no ambiente local e global a curto e longo prazo.

O estudo da percepção ambiental refere-se às questões de como o ambiente é apresentado e compreendido pelo ser humano. Logo tem uma importância básica para que possamos compreender as inter-relações entre os seres humanos e o meio ambiente, suas expectativas, satisfações, anseios, valores, critérios de julgamentos e condutas, visto que

cada ser pode perceber, julgar e agir diferentemente face à problemática ambiental. Estas respostas ou manifestações (comportamentos) são resultado de processos perceptivos, cognitivos relacionados às expectativas de cada indivíduo.

Desejar compreender a concepção de uma comunidade sobre o meio em que vivem é buscar conhecer suas verdades. E essas verdades, conforme afirma Leff (2001) são utopias carregadas de sentido, que se constroem confrontando os limites e as potencialidades do real; entre as explicações do mundo feito realidade e a compreensão de um mundo não pré-determinado; na conformação de um mundo feito de muitos mundos, a partir de uma diversidade de sentidos que implicam a reconstituição do ser num tempo complexificado, na media em que (...) o ser constroi sentidos que constroem seu modo de vida a partir das múltiplas formas de representar a natureza e o meio ambiente.

CASTRO (2002) caracteriza a percepção ambiental como uma atividade mental de interação do indivíduo com o meio ambiente, que ocorre através mecanismos perceptivos propriamente ditos, e principalmente, cognitivos. Os mecanismos perceptivos são dirigidos por estímulos externos, captados pelos cinco sentidos. Os cognitivos, incluindo motivações, humores, necessidades, conhecimentos prévios, valores, julgamentos e expectativas. Desta forma, a mente organiza e representa a realidade através de esquemas perceptivos e imagens mentais, com atributos específicos. Ainda de acordo com este autor, a percepção é o processo de organizar e interpretar sensações, necessárias para o desenvolvimento da consciência sobre o ambiente que nos cerca. A motivação pessoal, as emoções, os valores, os interesses e outros estados mentais influenciam o que as pessoas percebem, diferenciando o sentido de percepção entre as pessoas. Para Faggionato (2009), cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio. As respostas ou manifestações são, portanto, resultado das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo. Embora nem todas as manifestações psicológicas sejam evidentes, são constantes, e afetam nossa conduta, na maioria das vezes, inconscientemente. Torna-se evidente, então, na concepção destes autores, que as relações com o ambiente são profundamente influenciadas por experiências pessoais do cotidiano.

Rio (1999) entende a percepção como um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente que se dá através de mecanismos perceptivos, principalmente, cognitivos. De acordo com o DICIONARIO LAROUSSE (2001), percepção é o conjunto dos mecanismos e processos pelos quais o organismo conhece o

mundo e o ambiente sobre a base das informações elaboradas por seu juízo. Para Álvaro e Eva (1997), percepção é um processo pelo qual o indivíduo se torna consciente dos objetos e relações no mundo circundante, na medida em que essa consciência depende de processos sensoriais. Tuan (1980) concebe percepção como a resposta dos sentidos aos estímulos ambientais e à atividade mental resultante da relação com o ambiente. Já Gold (1984) *apud* Amorim Filho (2009) diz que a percepção é uma parte da psicologia que capacita o indivíduo para transformar os estímulos sensoriais em experiência organizada e coerente.

No entendimento de Tuan (1980) os comportamentos são atitudes, respostas dadas à vida. E as atitudes são posturas culturais, formadas por uma longa sucessão de percepções, das experiências. Para o geógrafo chinês,

“A percepção é tanto resposta dos sentidos aos estímulos externos, quanto à atividade proposital, na qual alguns fenômenos são claramente registrados, enquanto retrocedem para a sombra ou são bloqueados. Muito do que é percebido tem valor para nós, quer para prover-nos de nossa sobrevivência biológica, quer para propiciar-nos algumas satisfações de conformidade com a nossa cultura (TUAN, 1980).”

Segundo Amorim Filho (2009), a complexidade do comportamento humano tem sido estudada por alguns pesquisadores a partir da hipótese de que as aspirações, decisões e ações (individuais e coletivas) que os homens desenvolvem em relação ao ambiente em que vivem podem ser avaliadas através de uma cuidadosa análise das atitudes, preferências, valores, percepções e imagens que a mente humana tem a capacidade de elaborar. Para ele, um grupo de intelectuais está convencido de que os estudos sobre percepções ambientais dos homens atuais constituem a última e decisiva fronteira no processo de uma gestão mais eficiente e harmoniosa. Assim estudar a ação das pessoas sobre o meio ambiente é uma tentativa de responder a velhos e novos anseios daqueles que procuram enfrentar a crise ambiental construída pelo homem, a partir de uma dimensão social ampla e complexa.

Okamoto (2002) entende que a relação entre o homem e o espaço, no contexto do meio ambiente, tem sido objeto de estudo para a formação do comportamento. Para o autor, o homem é constituído por um universo exterior, no qual está em constante processo de adaptação ao meio, e por outro interior, no qual as razões se exteriorizam em ações

como resposta à interpretação da realidade. As percepções decorrentes das sensações vão além das simples reações aos estímulos externos, uma vez que são acrescidas de estímulos internos, que intervêm e conduzem o comportamento.

Na visão de Okamoto (op. cit), é pela sensação e percepção que se constroi a realidade pessoal, social e cultural, que se reage pela sensação diante dessa realidade construída. A resposta do que une o homem ao seu ambiente e ao contexto social estaria na sequência de reações deste perante a realidade, porque os estímulos que provocam as sensações passam pela emoção; pelo pensamento (crenças) e utilizando princípios normativos, chegam à ação e, novamente, retornam ao sentimento que gerou a realidade. Desta forma Reid apud Okamoto (2002) diz que percepção é uma convicção imediata, uma crença em alguma coisa exterior, ele sintetiza o entendimento sobre percepção afirmando que esta é a soma de dois elementos: concepção dos objetos e crença na sua existência. Para estes autores, diante do bombardeio de estímulo, desse meio, com que o ser humano se depara todos os dias, a mente seleciona os aspectos de seu interesse ou que tenham chamado sua atenção. Assim o que é percebido resulta em um comportamento (ativo ou passivo) do sujeito-percebedor. Uma vez que o objeto, a imagem, a situação, a pessoa percebida pode provocar ou não alterações no comportamento humano.

Em vista da complexidade e multidisciplinaridade das questões homem-ambiente, o meio físico precisa ser estudado junto com sua dimensão social, condição inalienável das inter-relações binomial homem-natureza. E ainda, os aspectos funcionais dos ambientes devem ser considerados ao lado de seus atributos simbólicos, pois as pessoas podem se comportar diferentemente em relação ao meio ambiente condicionados pelos mais diversos fatores. Visto que existem múltiplas maneiras de representar a natureza e o ambiente, e que isto é profundamente influenciado por fatores sócio-culturais e cognitivos. Assim é forçoso investigar as semelhanças e diferenças entre valores e significados atribuídos por diferentes indivíduos a fenômenos sociais e ambientais, dentro de vários contextos. Por conseguinte ao se discutir os usos de determinados recursos naturais, não se faz referência apenas a estes, mas a suas funções dentro de um contexto social, influenciado por uma conjuntura política, socioeconômica, cultural reinante.

Na concepção de Abram (1997), Ferreira e Coutinho (2000), a percepção ambiental é condicionada por fatores inerentes ao próprio indivíduo, à educação, à cultura, aos afetos e aos sentidos derivados das relações do observador com o ambiente. Assim, cada indivíduo concebe o ambiente a partir de suas experiências prévias, expectativas e

ansiedades. Torna-se evidente, na visão destes autores, que os modos de vida e de empreendimento diário influenciam profundamente as relações pessoais com o ambiente.

Peterson (1999) ensina que as diferentes formas como os seres humanos compreendem e valorizam a natureza tem influências profundas dos contextos culturais. Explica a autora que as formas de conceber a natureza e as relações estabelecidas com o mundo diferem largamente entre culturas e momentos históricos, e mesmo indivíduos dentro de um mesmo contexto cultural interpretam o conceito de natureza de formas radicalmente divergentes. Para ela as concepções sobre a natureza são histórica e culturalmente determinadas e que o reconhecimento dessas diferenças pode auxiliar na elaboração de uma análise crítica sobre maneiras de lidar com o mundo natural.

No entendimento de Cronon (1995), existem inúmeros significados conferidos ao vocábulo natureza, que ajuízam percepções, escolhas e valores atribuídos pelos seres humanos dentro de diferentes contextos culturais. Assim, os pensamentos sobre mundo natural sofrem influência temporal, espacial e cultural dentro dos contextos históricos específicos. Para o autor, natureza pode ser compreendida como uma realidade ingênua, um imperativo moral, como um lugar maravilhoso, como uma construção cultural, como uma realidade virtual, como mercadoria ou como um local adverso. Milton (2002), também tem este mesmo entendimento ao dizer que diferentes culturas desenvolverão diferentes concepções sobre o meio ambiente, sendo que o mesmo comportamento pode ser observado dentro de estruturas culturais aparentemente homogêneas.

Esta mesma concepção tem Leff (2002), ao estudar as diferentes concepções sobre desenvolvimento sustentável. Segundo este autor:

[...] o discurso do desenvolvimento sustentável não é homogêneo. Pelo contrário, expressa estratégias conflitivas que respondem a visões e interesses diferenciados. Suas propostas vão desde o neoliberalismo ambiental até a construção de uma nova racionalidade produtiva. A perspectiva economicista privilegia o livre mercado como mecanismo para internalizar as externalidades ambientais e para valorizar a natureza, recodificando a ordem da vida e da cultura em termos de capital natural e humano. Por sua vez, as propostas tecnologistas colocam o acento na desmaterialização da produção, na reciclagem dos rejeitos e nas tecnologias limpas. Sob a perspectiva da ética, as mudanças nos valores e comportamentos dos indivíduos se convertem em condição fundamental para alcançar a sustentabilidade. Cada uma destas perspectivas

implica projetos diferenciados de educação ambiental, centrados na formação econômica, técnica e ética (LEFF *ibid*).

Percebe-se, a partir do exposto acima que as atividades desenvolvidas e os usos que ocorrem em determinado ecossistema, bem como suas dinâmicas, refletem as diferentes percepções ambientais dos atores envolvidos. Desta forma o reconhecimento de distintas abordagens sobre o mundo natural, estruturadas a partir de diferentes referenciais, é extremamente relevante na resolução de conflitos, na elaboração de diagnósticos, planejamentos, políticas, programas e na gestão ambiental de uma bacia hidrográfica. Não resta dúvida de que o significado do que é definido como ambiental resulta de compreensão construída em diferentes contextos históricos, sociais, econômicos, culturais e políticos.

CAPÍTULO V

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Metodologia

A metodologia da pesquisa consistiu na coleta e a análise de todas as fontes de dados disponíveis sobre ocorrência de degradação na bacia, especialmente, no entorno do açude, incluindo: trabalhos de campo, entrevistas com usuários, registros fotográficos, documentos oficiais, estudos de dados estatísticos disponíveis, informações de ONGs, setor privado, organismos internacionais, relatórios da mídia, arquivos locais e nacionais.

Este trabalho de Pesquisa produziu informações sobre: os tipos diferentes de degradação associados com o desdobramento e distribuição geográfica dos riscos à degradação (domínio espacial) para a região a ser estudada. Criou um banco de dados que permitiu a identificação dos padrões espaciais, temporais e semânticos da degradação ambiental que, por sua vez geraram informações detalhadas sobre esta área da bacia.

5.2. Materiais

- Carta da Sudene: escala 1:100.000
- Imagens do Landsat 5
- Câmara digital.
- Softwares: Spring 5.1.5;
- Receptor GPS de navegação modelo GARMIN 76

5.3. ANÁLISE DIGITAL

5.3.1. Análise da Degradação Ambiental da Bacia Hidrográfica

A análise da degradação ambiental e da cobertura vegetal foi realizada por meio das análises de produtos do processamento digital de imagens de satélites (fotointerpretação) e de pesquisa de campo.

Para a análise das imagens digitais de satélites utilizou-se o método sistemático, desenvolvido por VENEZIANI & ANJOS (1992).

5.3.2. Processamento Digital das Imagens

Os seis procedimentos básicos do processamento digital de imagens que foram aplicados, são descritos a seguir:

5.3.2.1. Manipulação de Contraste (das Bandas 5, 4 e 3)

A técnica de realce de contraste tem por objetivo melhorar a visualização das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "pixel", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realizou-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança. Esta transferência radiométrica foi realizada com ajuda de histogramas, que são manipulados para obter o realce desejado (Câmara, 1996).

5.3.2.2. Principais Componentes (das Bandas 5, 4 e 3 + Contraste)

As bandas individuais de uma imagem multiespectral frequentemente são altamente correlacionadas, ou seja, as bandas são similares visual e numericamente. Esta correlação advém do efeito de sombras resultantes da topografia, da sobreposição das janelas espectrais entre bandas adjacentes e do próprio comportamento espectral dos objetos. A análise das bandas espectrais individuais pode ser então ineficiente devido à informação redundante presente em cada uma dessas bandas. A geração de componentes principais é uma técnica de realce que reduz ou remove esta redundância espectral, e gera um novo conjunto de imagens cujas bandas individuais apresentam informações não redundantes com outras bandas, pois nelas cada valor de "pixel" é uma combinação linear dos valores originais. O número de componentes principais é igual ao número de bandas espectrais utilizadas e são ordenadas de acordo com o decréscimo da variância de nível de cinza. A primeira componente principal tem a maior variância (maior contraste) e a última, a menor variância. Neste processo utilizou-se o coeficiente de correlação, ou da covariância, para se determinar um conjunto de quantidades chamadas de autovalores. Os autovalores

representam o comprimento dos eixos das componentes principais de uma imagem e são medidos em unidade de variância. Associado a cada autovalor, existe um vetor de módulo unitário chamado auto-vetor. Os auto-vetores representam as direções dos eixos das componentes principais. São fatores de ponderação que definem a contribuição de cada banda original para uma componente principal, numa combinação aditiva e linear. Para facilitar a percepção dessas contribuições, transformou-se os autovetores em porcentagens (Câmara, 1996).

5.3.2.3. Operações Aritméticas (Razão entre Bandas – IVDN Bandas 4 e 3)

Nestas operações utilizou-se uma ou duas bandas de uma mesma área geográfica, previamente georeferenciada(s). A operação é realizada "*pixel*" a "*pixel*", através de uma regra matemática definida, tendo como resultado uma banda representando a combinação das bandas originais. Estas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou "*off-set*" (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem. A operação de divisão de imagens consiste numa operação não-linear. Foi utilizada para realçar as diferenças espectrais de um par de bandas, caracterizando determinadas feições da curva de assinatura espectral de alguns alvos. A operação de razão entre bandas pode:

- remover efeitos de ganho provenientes de variações espaciais ou temporais, quando ocorrem em bandas de uma mesma imagem;
- diminuir variações de radiância da imagem, provenientes de efeito de topografia, declividade e aspecto;
- aumentar diferenças de radiância entre solo e vegetação.

Para aumentar o contraste entre solo e vegetação, pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo, constituindo assim, os chamados índices de vegetação (NDVI).

A opção $C = G * ((A-B)/(A + B)) + O$, do SPRING, quando aplicada para:

A = banda infravermelho próximo

B = banda vermelho

Constitui o índice de vegetação de diferença normalizada (IVDN), que além de aumentar o contraste espectral entre a vegetação e o solo, tem os efeitos de iluminação,

declividade da superfície e geometria de "visada" parcialmente compensados pelos índices, (Câmara, 1996).

5.3.2.4. Composição multiespectral ajustada (bandas 3 + IVDN + 1)

Consiste de uma transformação RGB onde no canal vermelho estará a banda 3, no verde a imagem IVDN e no azul a banda 1, cujos histogramas são equalizados. Nesta combinação as áreas de altos valores de NDVI apareceram em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixos valores de IVDN apareceram em magenta e ciano (ocorrência de solos expostos e de solos com pouca cobertura vegetal).

5.3.2.5. Segmentação das imagens IVDN por crescimento de regiões

É uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas. Inicialmente, este processo de segmentação rotula cada "pixel" como uma região distinta. Calcula-se um critério de similaridade para cada par de regiões adjacente espacialmente. O critério de similaridade baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A seguir, divide-se a imagem em um conjunto de sub-imagens e então se realiza a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido (Câmara 1996).

5.3.2.6. Classificação de padrões das imagens IVDN

Como as imagens IVDN foram segmentadas, foi utilizado o classificador Battacharya. A medida da distância de Battacharya foi usada neste classificador por regiões, para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, estima a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais. O classificador Battacharya requer interação do usuário, através do treinamento. Neste caso, as amostras são as regiões formadas na segmentação de imagens (Câmara, 1996). A definição das classes foi feita a partir da análise visual das tonalidades de cinza, na tela do computador. As tonalidades de cinza claro a médio foram consideradas como representativas da cobertura vegetal; as escuras como representativas de corpos d'água e as tonalidades de cinza de médio a escuro como representativas do solo exposto. As imagens

classificadas foram vetorizadas através da função Mapeamento, o que permitiu fazer uma quantificação das diferentes classes de vegetação, solo e água para o município estudado. A quantificação das áreas em ha foi considerada relativa, embora a soma de seus valores corresponda ao total da área territorial do município.

5.3.2.7. Editoração dos mapas temáticos

Os mapas finais das classes de cobertura vegetal e dos níveis de degradação das terras foram criados no módulo SCARTA do SPRING.

5.4. Degradação das Terras

Neste trabalho, para melhor análise da degradação das Terras, quatro níveis de degradação ambiental foram assim definidos: muito grave, grave, moderado e baixo. Cada nível possui características físicas distintas, descritas a seguir, segundo BARBOSA (2005):

Nível de degradação muito grave

Os principais indicadores no campo desse nível de degradação são observados na Figura 8.

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS
Vegetação	Muito rala a inexistente.
Uso da terra	Terras abandonadas
Erosão	Muito alta, predomina a erosão hídrica (sulcos e voçorocas)
Detritos orgânicos na superfície	Ausente
Densidade populacional	Baixa a muito baixa

Figura 8. Indicadores de Nível de Degradação Muito Grave

Nível de degradação grave

Este nível de degradação foi conferido às áreas com os seguintes indicadores (Figura 9).

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS
Vegetação	Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos
Uso da terra	Pecuária extensiva, áreas de vegetação nativa intercaladas com áreas de cultura e pastagem
Erosão	Acentuada. Nas áreas de relevo plano a suave-ondulado predomina a erosão laminar. Em relevo mais declivoso podem aparecer sulcos e, em alguns pontos, ravinas e voçorocas.
Detritos orgânicos na superfície	Poucos, nas áreas de vegetação nativa
Densidade populacional	Média a média-alta. Casas abandonadas. Migração

Figura 9. Indicadores de Nível de Degradação Grave

Nível de moderado

Os níveis de degradação moderado foi conferidos às áreas com os seguintes indicadores (Figura 10).

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos
Uso da terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeiro e pequena irrigação
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média; a cobertura por gramíneas e herbáceas já se faz presente em alguns pontos
Densidade populacional	Densidade populacional média a alta, predominância de casas de alvenaria e eletrificação. Casas abandonadas
Lixo	Pouco ou ausente

Figura 10. Indicadores de Níveis de Degradação Moderado

Nível baixo

O nível baixo foi conferido às áreas com os seguintes indicadores (Figura 11).

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS
Vegetação	Densidade alta, porte arbóreo e arbustivo
Uso da terra	Vegetação nativa, culturas agrícolas; pasto; pecuária extensiva em pequena escala. Manejo florestal.
Erosão	Moderada a ausente
Detritos orgânicos na superfície	Alta; cobertura razoável por gramíneas e herbáceas
Densidade populacional	Densidade populacional baixa a média

Figura 11. Indicadores de Nível de Degradação Baixo

5. 5. ANÁLISE DE ÁGUA

O monitoramento da qualidade da água foi realizado no açude Soledade e o período de amostragem abrangeu os anos de 2008 e 2009, em três pontos de coletas distribuídos ao longo deste corpo hídrico, os quais foram marcados com um sistema de posicionamento global (GPS de navegação modelo GARMIN 76).

Para a definição dos pontos de coleta de água, foram realizados estudos bibliográficos relacionados à área, visitas de campo e entrevistas junto à comunidade. A localização dos pontos é apresentada na Tabela 4 e na Figura 12:

Tabela 4. Localização dos pontos de coleta de água no açude de Soledade, em Soledade, Paraíba, no período de 2008 a 2009.

Ponto	Latitude (S)	Longitude (W)	Local de referência
I	07° 04' 31,3"	36° 20' 25,0"	localiza-se no sangradouro do açude;
II	07° 03' 22,3"	36° 20' 85,8"	localiza-se próximo ao lixão;
III	S 07° 04' 31,3	36° 20' 16,9"	localiza-se na Fazenda Gravatá.

Foi utilizada, também, imagens de satélite (TM/Landsat 5, Órbita 215 Ponto 65 de 18/06/1990 e 29/07/2005) para a melhor compreensão dos processos que ocorrem na bacia hidrográfica e no entorno do açude, visto que o geoprocessamento é uma ferramenta que, nos últimos anos, tem auxiliado sobremaneira os estudos ambientais.

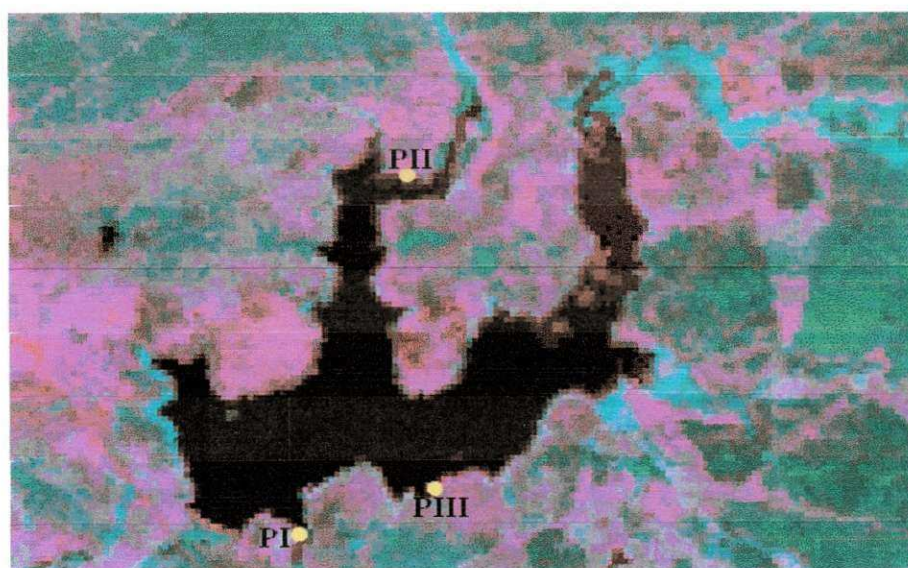


Figura 12. Distribuição dos pontos de coleta.

Os parâmetros de qualidade da água estudados neste trabalho foram: temperatura, oxigênio dissolvido (percentual de saturação), pH, nitrogênio total, fósforo total, condutividade elétrica, coliformes totais, sólidos totais e turbidez.

As amostras foram coletadas mensalmente, a partir do mês de setembro 2008 até fevereiro de 2009. A metodologia adotada foi dividida e exposta em duas partes em função dos parâmetros, na seguinte ordem: primeiro, a metodologia de campo e depois a metodologia de laboratório.

5. 5.1. Metodologia de Campo

As coletas de campo foram feitas com coletor de rio, e as medidas *in situ* realizadas com aparelhos portáteis específicos para cada parâmetro.

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram determinados *in locu* com oxímetro modelo YK 22DO, já o parâmetro condutividade foi analisado com o condutivímetro digital CD-840 INSTRUTHERM e o pH, com phmetro modelo TEC-3P - MP da TECNAL, segundo os protocolos de uso desses aparelhos.

5. 5.2. Metodologia de Laboratório

As amostras foram coletadas em um frasco de 1000 ml e em seguida acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo e depois levadas para serem processadas no laboratório do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) em Campina Grande-PB.

2.1. Coliformes fecais: (CF) foram analisados segundo a técnica da membrana filtrante de acordo com a metodologia descrita por Standard Methods (APHA, 1995).

2.2. Nitrogênio Total: foi analisado pelo método micro Kjeldahl (APHA, 1995).

2.3. Fósforo Total: através do método ácido ascórbico após a digestão com persulfato de amônio (APHA, 1995).

2.4. Sólidos Totais: foram analisados pelo método da cápsula de porcelana (APHA, 1995).

2.5. Turbidez: determinada pelo método nefelométrico (APHA, 1995).

2.6. Demanda Bioquímica de Oxigênio (BDO): foi determinada pelo método padrão A (APHA, 1995).

5. 5.3. Cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA)

O IQA foi estimado pela fórmula matemática ponderada mutiplicativa da qualidade de água correspondente aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. Sendo expressa pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (Figura 13), em função de sua concentração ou medida e de **wi:** peso correspondente ao i-ésimo parâmetro ou subnível, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

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

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir.

A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) vem utilizando a tabela 5 de pesos e parâmetros, estes mesmos pesos foram utilizados neste trabalho.

Tabela 5: Parâmetros e pesos para cálculo do IQA_{CETESB}

Parâmetros	Peso
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
DBO ₅	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: CETESB (2009)

5.5.3.1. Determinação dos valores de q

De acordo com a CETESB (1979) *apud* Duarte (1999) e CETESB *apud* PMNA II (2010), as equações abaixo descrevem os passos para obtenção dos sub-níveis (q), os quais foram usados nos cálculos do IQA nesta pesquisa. Para melhor compreensão foi feito nas equações a substituição do termo coluna pela sigla correspondente a cada parâmetro.

Coliformes Termotolerantes (UNF)

Quando $UNF \geq 10^5$

$$q=3$$

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Quando $7 < pH \leq 8$

$$q_1 = -427,8 + 142,05pH - 9,6917pH^2$$

(Equação 3)

Quando $8 < pH \leq 8,5$

$$q_1 = 21,6 - 16pH$$

(Equação 4)

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Quando $DBO \leq 5$

$$q_1 = 99,96(e^{-0,1232728 \text{ DBO}})$$

(Equação 5)

Quando $5 < \text{DBO} \leq 15$

$$q_1 = 104,67 - 31,5463 \ln \text{DBO}$$

(Equação 6)

Nitrogênio Total (Nt)Quando $\text{Nt} \leq 10$

$$q_1 = 100 - (8,169\text{Nt}) + (0,30259\text{Nt}^2)$$

(Equação 7)

Fosfato Total (Pt)Quando $\text{Pt} \leq 1$

$$q_1 = 99(e^{-0,91629\text{Pt}})$$

(Equação 8)

Temperatura C (T)

Como neste caso, o ambiente não recebe cargas térmicas elevadas, a variação de temperatura de equilíbrio é próxima de zero, então temos:

$$q_s = 94$$

Turbidez (Tb)Quando $\text{Tb} \leq 25$

$$q_1 = 100,17 - 2,67\text{Tb} + 0,03775\text{Tb}^2$$

(Equação 9)

Quando $25 < \text{Tb} \leq 100$

$$q_1 = 84,76(2,71828^{-0,016206\text{Tb}})$$

(Equação 10)

Resíduo Total (Rt)Quando $\text{UNF} > 500$

$$q_s = 32$$

Percentual de saturação de Oxigênio Dissolvido (OD%)

Quando $100 < OD\% < 140$

$$q_1 = [(2,9OD\%) - (0,02496 OD\%^2) + (0,000056091OD\%^3) + 3] \quad \text{Equação 11}$$

Para o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) é necessário calcular o percentual de saturação do OD na água.

A Figura 13 mostra a classificação da qualidade para água superficial, de acordo com os níveis e valores de IQA utilizados pela CETESB (2010), os quais foram adotados como referência para classificação das águas do Açude Soledade, neste trabalho.

Valor	Classificação	Cor
80 - 100	Ótima	Azul
52 - 79	Boa	Verde
37 - 51	Aceitável	Amarela
20 - 36	Ruim	Vermelha
0 - 19	Péssima	Preta

Figura 13. Classificação da qualidade das águas.
Fonte: Adaptado da CESTESB (2009)

5.5.4. Determinação do Índice de Balneabilidade

Para avaliar a adequação das águas do açude para o fim de balneabilidade foi usado a resolução 274/2000 do CONAMA e o Índice de Balneabilidade (IB) da CESTESB, com adaptações a situação regional. Este índice busca avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário e possui a capacidade de simplificar para a população, o resultado das análises dos dados da qualidade da água realizados em determinado espaço de tempo. Ele foi desenvolvido baseado em critérios estatísticos simplificados, que expressam uma síntese do estado das águas monitoradas ao longo do período de estudo. O parâmetro básico usado para classificação da balneabilidade é a densidade de *coliformes fecais (termotolerantes)* Figura 14.

ÓTIMA	Açude classificado como EXCELENTE em 100% do tempo	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes menores do que 250 ou <i>E. coli</i> menores do que 200 em 100% das amostras.
BOA	Açude classificado como PRÓPRIO em 100% do tempo	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes menores do que 1.000 ou <i>E. coli</i> menores do que 800 em 100% das amostras, exceto a condição de menores do que 250 e 200 em 100% das amostras.
REGULAR	Açude classificado como IMPRÓPRIO em porcentagem de tempo inferior a 50%	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes maiores do que 1.000 ou <i>E. coli</i> maiores do que 800 em porcentagem inferior a 50% das amostras.
IMPRÓPRIA	Açude classificado como IMPRÓPRIO em porcentagem de tempo igual ou superior a 50%	Número de resultados de coliformes Termotolerantes maiores do que 1.000 ou <i>E. coli</i> maiores do que 800 em porcentagem igual ou superior a 50% das amostras.

Figura 14. Especificações que determinam a Qualificação das Águas de Açudes para fins de Balneabilidade

Fonte: Adaptada da CETESB (2010)

5.6. Usos Múltiplos de Água

Pesquisas de campo realizadas com visitas técnicas, entrevistas aos usuários, registros fotográficos, buscando-se compreender a dinâmica.

5.7. Diagnóstico das Vulnerabilidades

A metodologia utilizada baseou-se em Wilches-Chaux (1993), Cardona (1993) e Cáceres (2001). Para tanto foi feita adaptações das metodologias descritas por Reyes (2003), Salgado (2005) e (Cáceres 2007) e da metodologia utilizada no diagnóstico sócioeconômico e ambiental usada por Rocha (1997), Rocha & Kurtz (2001) e por diversos autores como por exemplo: Silva (2002), Alencar (2004), Morais Neto (2005), Souza (2008), Duarte (2008) dentre outros e por Ferreira (2007) para áreas urbanas.

O processo metodológico utilizado na formulação de indicadores e variáveis envolveu uma série de consultas, análise e consenso sobre vulnerabilidade à contaminação na área, também foi utilizada revisão de informações secundárias (relatórios, teses, artigos, revistas, mapas, etc.) e informações primárias (visitas e trabalho de campo, encontros informais com os atores locais, comunidade, consultas com especialistas e funcionários de

instituições). Deste processo resultou em uma proposta inicial para as variáveis e indicadores que congregaram nove tipos de vulnerabilidade: física, político, ambiental, ecológico, social, econômica, educacional, política e institucional, agrupadas em quatro grupos afim exposto no anexo 2.

Finalmente, o estudo consistiu de um levantamento das famílias radicadas na área para se definir o público alvo que seria entrevistado para o levantamento das informações necessárias para definição dos níveis de vulnerabilidade da comunidade local. Como técnica de pesquisa utilizou-se um questionário específico para identificação das vulnerabilidades. Após ter sido feito o levantamento, iniciou-se a aplicação, que foi realizada com o apoio da Secretaria Municipal de Saúde e dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) do Município de Soledade-PB, previamente, capacitados para o desenvolvimento desta atividade.

Os questionários foram adaptados a partir de rocha (1997) e de Reyes (2003) e, contemplam variáveis que versam a respeito da dinâmica comunitária desenvolvida pelos núcleos familiares, com destaque para os seguintes fatores:

- ❖ **Vulnerabilidade Social-Econômica** – Variáveis: renda familiar, demográficas, habitação, consumo de alimentos, eletrodomésticos, alimentação etc.;
- ❖ **Vulnerabilidade Educativa-Política-Institucional** – Variáveis: programas ambientais desenvolvidos, conhecimento sobre legislação, etc.;
- ❖ **Vulnerabilidade Física-Técnica** – Variáveis: infraestutura, etc.;
- ❖ **Vulnerabilidade Ambiental-Ecológica** – Variáveis: IBA, processo erosivos, lixo, pocilgas, etc.

Para determinação das vulnerabilidades foi utilizado o Software EXCEL 2007. Os valores encontrados foram classificados em quatro classes (Tabela 6), de acordo com Barbosa (1997).

Tabela 6. Classes de vulnerabilidade

Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
0-15	16-30	31-45	>45

Fonte: Barbosa (1997)

5.7.1. Determinação dos gráficos de Vulnerabilidade

Na determinação dos valores de vulnerabilidade foi utilizada a equação da reta ($V = ax + b$) proposta por (Rocha, 1997) e (Rocha & Kurtz, 2001). Onde:

V = Fator vulnerabilidade (variando de zero (nula) até 100 (Vulnerabilidade máxima));

a e b = constantes para cada variável;

x = valor significativo encontrado.

5. 8. PERCEPÇÃO AMBIENTAL

5. 8.1. Delineamento da Pesquisa sobre Percepção

A pesquisa pode ser caracterizada como exploratória e descritiva (survey), pois envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer (GIL, 2008). Este tipo de estudo visa à obtenção de informações sobre as características, ações, percepções de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população alvo, por meio de instrumentos de pesquisa, normalmente um questionário.

Em relação à forma de abordagem do problema, pode ser classificada como uma pesquisa qualitativa, com enfoque na pesquisa quantitativa. Qualitativa, pois contempla uma série de informações que não podem ser mensuradas, mas são passíveis de serem categorizadas e interpretadas, podendo ser atribuídos significados a esses conhecimentos. Quantitativa porque consiste na identificação, ordenação, classificação, análise e correlação das variáveis, configurando-se em números, traduzidos através de técnica estatística (porcentagens) em gráficos ou tabelas (RICHARDSON et al, 2008; GIL, 2008, SORIANO, 2004).

5.8.2. População e Amostra de Estudo

Para atingir os objetivos da pesquisa foi estudado a percepção da totalidade da população que reside na área de proteção ambiental do açude Soledade, visto que a mesma é formada por segmentos urbano e rural.

5.8.3. Coleta de Dados

O procedimento utilizado para a realização da coleta de dados foi o questionário. Esta escolha deve-se ao fato do questionário ser uma técnica bastante utilizada em pesquisa nas Ciências Sociais, Antropologia, Epidemiologia, Psicologia, Pedagogia, Medicina e diversos outros ramos da ciência, não apenas para coleta de dados, mas com objetivos voltados para investigação, diagnóstico e orientação, sendo considerado um instrumento de trabalho indispensável nestes casos (GIL, 1989; NOGUEIRA, 1973).

Pode-se definir questionário como um instrumento de investigação composto por um conjunto de questões bem ordenadas que são submetidas às pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado de determinado grupo social.

De acordo com Fernandes et al (2003), o sucesso de uma pesquisa envolvendo percepção ambiental está diretamente relacionado à qualidade dos questionários adotados. Freitas (2000) e Silva et al (2001) apontam o questionário como a principal fonte de coleta de dados em estudos desse tipo. Neste sentido a pesquisa será realizada, a partir de questionários estruturados contendo variáveis consideradas como direcionadoras da conscientização ambiental constituído de perguntas fechadas (uma única resposta entre varias opções possíveis), abertas (opiniões sobre fatos e/ou conceitos) e semiabertas (respostas com justificativas).

Os autores Gil (2008) e Dencker (2001) apresentam vantagens para a utilização do questionário para a coleta de dados frente a outras técnicas, como por exemplo:

- a. possibilita atingir grande número de pessoas, mesmo que estejam dispersa numa área geográfica muito extensa;
- b. implica em menores gastos com pessoal, posto que o questionário não exige treinamento de pesquisadores;
- c. garante o anonimato dos entrevistados;
- d. não expõe os pesquisadores à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado;
- e. é muito eficiente para a obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano;

O questionário foi estruturado contendo questões relativas à identificação do entrevistado (sexo, idade, grau de instrução, classe social, etc.). O segundo item abordará questões sobre o tamanho, a localização, uso da propriedade (a descrição e a relação com o lugar). O terceiro tópico compreenderá questões sobre percepção ambiental (avaliação e julgamento do lugar) e o quarto e último item contemplará questões sobre a percepção ambiental dos entrevistados sobre questões referentes à utilização e à gestão do açude.

5.8.4. Etapas da Pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em etapas, a primeira com levantamento de dados e a realização de um teste piloto com questionários previamente elaborados e aplicados a 05 entrevistados escolhidos aleatoriamente, posteriormente foi feita correções e ajustes nos questionários. Em seguida foi realizado o treinamento da equipe de Agentes de Saúde que realizou a aplicação deste instrumento. O uso dos serviços dos Agentes de Saúde deve-se ao fato destes fazerem parte do convívio dos moradores, assim inspiraram confiança e proporcionaram maior conforto aos entrevistados no momento em que estiveram respondendo as questões. Ao final do treinamento os agentes receberão um número de questionários igual ao número de residências da área em estudo em que trabalham. Finalmente foi realizada a aplicação propriamente dita.

5.8.5. Tabulação e Análise dos Dados

Após o recolhimento dos questionários, os dados foram tabulados mediante procedimento manual, uma vez que a população não é grande, em seguida foram transcritos em planilha, posteriormente convertidos em gráficos e analisados segundo as abordagens quantitativa e qualitativa.

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Índice de Qualidade de Água (IQA)

Com base nos resultados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas superficiais do açude Soledade utilizou-se os valores de cada parâmetro para o cálculo do IQA para os meses compreendidos entre setembro de 2008 e fevereiro de 2009.

A classificação da qualidade das águas do açude Soledade foi feita a partir dos valores recomendados pelo FNS que são os mesmos usados pela CETESB, foi realizado com dupla finalidade: mostra o atual nível de qualidade das águas e selecionar os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos de cada mês para analisar a relação entre os indicadores de vulnerabilidade atual com os parâmetros IQA.

A Tabela 7 mostra o comportamento temporal e espacial do IQA. Nota-se pouca variação entre os valores obtidos ao longo do corpo hídrico (44,11 no PI e 47,30 em PIII), explicitando que o IQA para o período estudado apresenta uma qualidade de água que pode ser classificada na categoria aceitável (média = 45,86) ao longo deste açude, apesar de pequenas variações ocorridas em pontos específicos, todavia com homogeneidade entre os três pontos amostrados.

Tabela 7. Índice de Qualidade de Água (IQA_{CETESB}) nos três pontos de coleta

Pontos Mês	PI	PII	PII
Setembro/2008	45,64	45,88	45,89
Outubro/2008	47,08	43,68	47,30
Novembro/2008	45,77	45,69	46,17
Dezembro/2008	46,48	45,41	45,46
Janeiro /2009	46,54	45,07	45,92
Fevereiro/2009	44,11	45,86	44,93

Vale destacar que dos nove parâmetros, seis (coliformes fecais, DBO₅, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, sólidos totais) estiveram em desacordo com os valores estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA 254/2000 e 357/2005, contudo as variações apresentadas mostraram que não foram significativas a ponto de refletirem nos resultados finais, demonstrando de certa forma que tais variações foram absorvidas pelos outros parâmetros.

Todavia vale ressaltar que segundo SNET (2002) esta faixa de IQA indica que as águas do açude só podem suportar uma baixa diversidade da vida aquática e estão provavelmente sofrendo problemas de contaminação, já em relação ao uso da água para consumo humano esta categoria requer um tratamento especial com inspeções de qualidade contínua.

Conclui-se que a utilização de IQA é imprescindível para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos devido aos baixos custos, bem como sua importância para a tomada de decisão em recursos hídricos ainda pouco estudados. Para o caso específico da bacia do Açude Soledade observa-se que o IQA proposto pela CETESB não descreve de maneira satisfatória a qualidade da água, sendo que em relação alguns usos, como por exemplo: balneabilidade este indicador apresenta limitações, visto que os outros parâmetros absorvem os valores diluindo seu efeito e significado.

6.2. Índice de Balneabilidade (IBA)

No açude Soledade, observou-se valores superiores a 1000 UFC/100 ml em cem por cento das amostras (Anexo C). Permitindo, assim classificar suas águas como impróprias para a recreação de todos os tipos (Figura 15). Resultado semelhante também foi encontrado por Carvalho et al (2009) quando estudaram o açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande-PB com o objetivo de classificar sua águas para o fim de balneabilidade.

Figura 15. Classificação das águas do açude Soledade para balneabilidade, em três pontos amostrais, em Soledade-PB

Pontos	PI	PII	PII
Período			
Set/2008 a Fev/2009	IMPRÓPRIA	IMPRÓPRIA	IMPRÓPRIA

Os altos índices de coliformes verificados expõem a população que usa o açude para lazer, a sérios riscos de doenças, visto que é prática comum, em vários pontos do açude, pessoas (adultos e crianças) utilizarem suas águas para fins recreativos.

A Resolução 274/2000 do CONAMA, estabelece em seu artigo 2º, parágrafo 2º, alínea c, que uma água é satisfatória para lazer de contato primário: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas e colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes), índice que sempre foi ultrapassado durante toda a pesquisa. Diz ainda, na alínea d, parágrafo 4º deste mesmo artigo que uma água é considerada imprópria quando no trecho avaliado for verificada a presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou torná-la desagradável à recreação.

6.3. Usos Identificados

Identificou-se, distribuídos ao longo do corpo hídrico, usos de água para diversos fins, como: lazer de contato primário, secundário, aquicultura, irrigação, pesca amadora, dessedentação de animais, lançamento de efluentes e harmonia paisagística.

6.3.1. Lazer

As Figuras 16 a e b mostram que é prática comum, em vários pontos do açude, pessoas (adultos e crianças) utilizarem suas águas para fins recreativos sem nenhuma orientação por parte do Poder Público. Segundo resultados demonstrados na Figura 15, estas águas apresentaram condições impróprias para a recreação de todos os tipos (elevados índices de coliformes verificados) expondo, assim, os banhistas a sérios problemas de saúde pública.



Figura 16. Lazer de contato primário praticado em diversos pontos do açude

6.3.2. Pesca

As Figuras 17 demonstram que a pesca é praticada intensamente pela população local; contudo, de acordo com depoimentos dos pescadores, atualmente a produção de pescado é baixa, se restringido a pequenos peixes e minúsculos camarões. Apesar de serem utilizadas para pesca, segundo análises bacteriológicas realizadas, as águas do açude revelaram-se impróprias para esta atividade, apresentando índices acima dos padrões permitidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, outro agravante é a ausência de um sistema de gerenciamento coletivo que garanta o direito de acesso e uso dos diferentes usuários, bem como estabeleça critérios e diretrizes de manejo a fim de garantir a sustentabilidade, aumentar os lucros, reduzir a degradação buscando evitar que a superexploração conduza a exaustão deste recurso de uso comum. Diversos exemplos em que a ausência de gestão e o acesso aberto têm levado inúmeros recursos comuns a total exaustão com a extinção de estoques e espécies, têm sido relato veementemente pela literatura técnica. De certa forma, sabe-se que somente a partir de condições predeterminadas, a comunidade local pode controlar o acesso a recursos compartilhados, definir os sistemas de direitos coletivos, objetivando respeitar a sustentabilidade ecológica tendo em vista garantir a produtividade deste recurso, também se notou que é necessária a implantação de instrumento que seja capaz de prever mecanismos para resolver conflitos, garantir treinamento técnico especializado, buscar medidas para melhorar a produtividade e fazer cumprir as regras legais e as predeterminadas coletivamente pelos usuários, desenvolver campanhas educativas (Educação Ambiental), dentre outras. Acredita-se que

somente a fiscalização e o exercício de tais competências realizadas em conjunto com órgãos governamentais, instituições de pesquisa, usuários dos recursos e comunidade local, possam garantir a sustentabilidade de recursos comuns, como é caso do açude Soledade, fonte de renda e sustento de famílias da comunidade local.

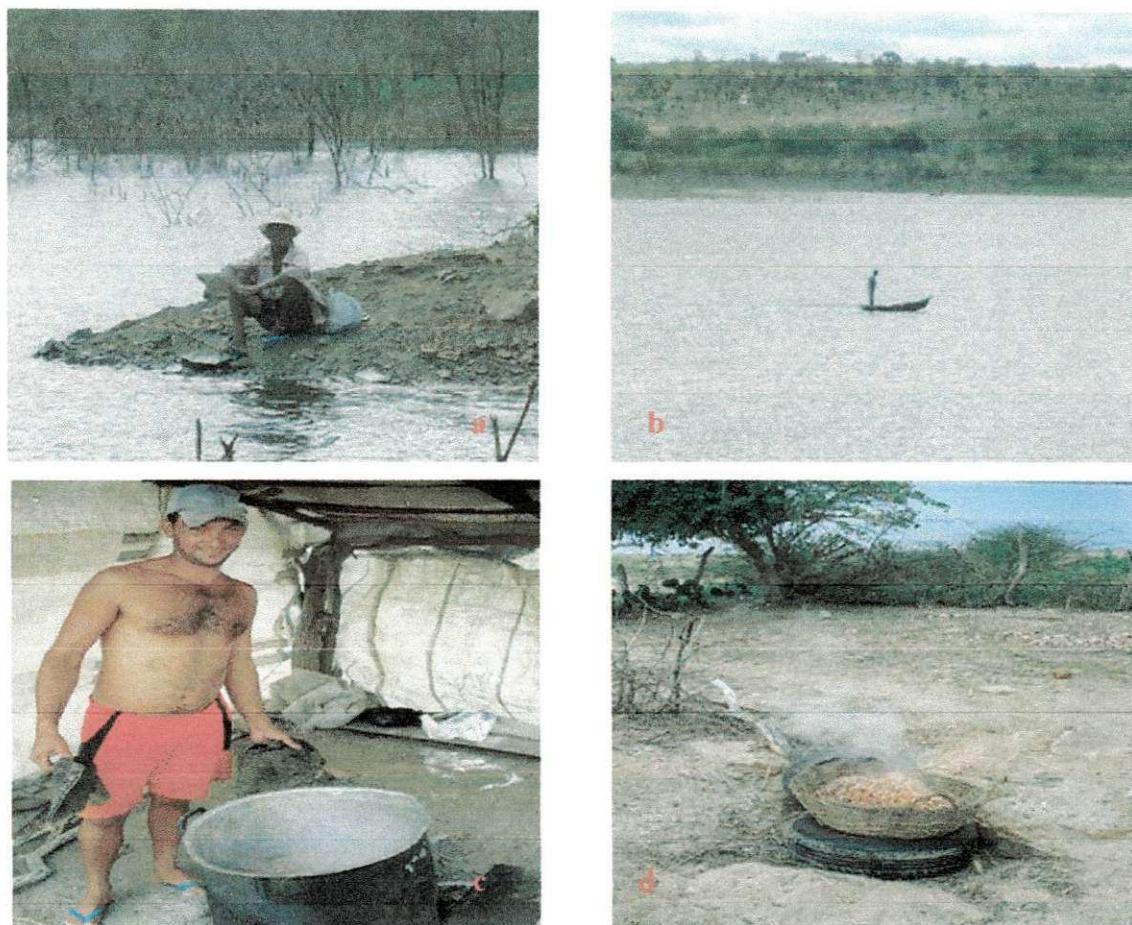


Figura 17. Pesca amadora praticada em diversos pontos do açude e beneficiamento do pescado

6.3.3. Dessedentação de Animais

Outro uso observado na região foi a utilização do açude para dessedentação e pastoreio de bovinos e equinos, mesmo em perímetro urbano (Figura 18 a e b). Estes tipos de uso têm algumas implicações em função da contribuição com matéria orgânica, microrganismos patogênicos e turbidez, resultantes da presença animal.

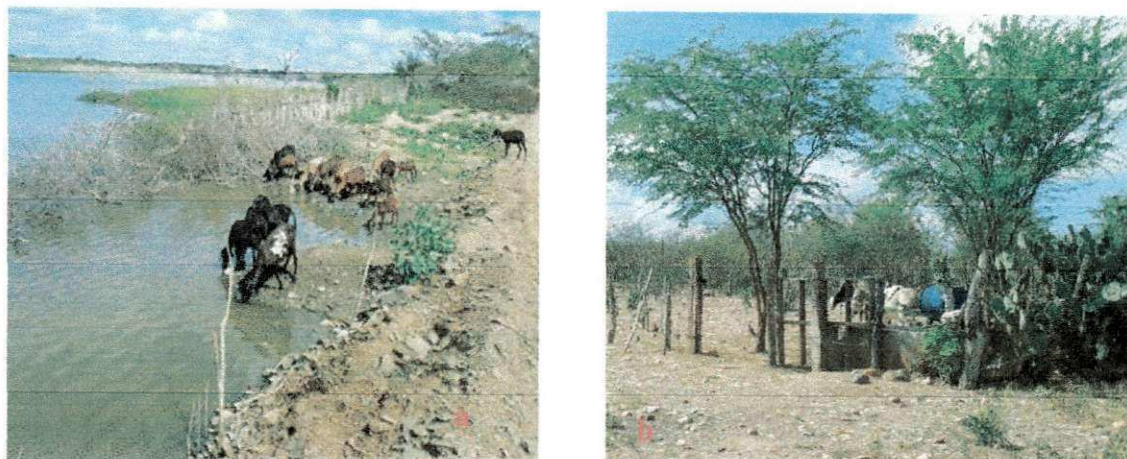


Figura 18. Dessedentação e pastoreio praticado em diversos pontos do açude

6.3.4. Abastecimento Doméstico

Foi constatado em pesquisa de campo e de entrevista com a comunidade que as águas do açude são utilizadas para fins de abastecimento (higiene pessoal e limpeza de utensílios) por uma parcela da comunidade, principalmente, pelos moradores da zona rural.

6.4. NÍVEIS DE VULNERABILIDADE

6.4.1. Vulnerabilidade Global

Nesta pesquisa a vulnerabilidade global encontrada para a comunidade residente na parte baixa da bacia do açude Soledade apresentou valores elevados (Figura 19) permitindo, desta maneira, classificá-la com muito alta, logo este resultado evidencia a elevada fragilidade desta comunidade frente à áspera condição do ambiente semiárido Paraibano, assim este estado de vulnerabilidade indica alto risco a desastres ambientais, principalmente se levarmos em consideração as principais ameaças existentes na região, representadas pela seca natural e seca hidrológica, conforme afirmam Barbosa e Silva Neto (1995) e pela ausência de conhecimento técnico no manejo dos recursos (terra, água), habilidades e capacidades que estão intimamente ligados a fatores culturais, ecológicos e sociológicos.

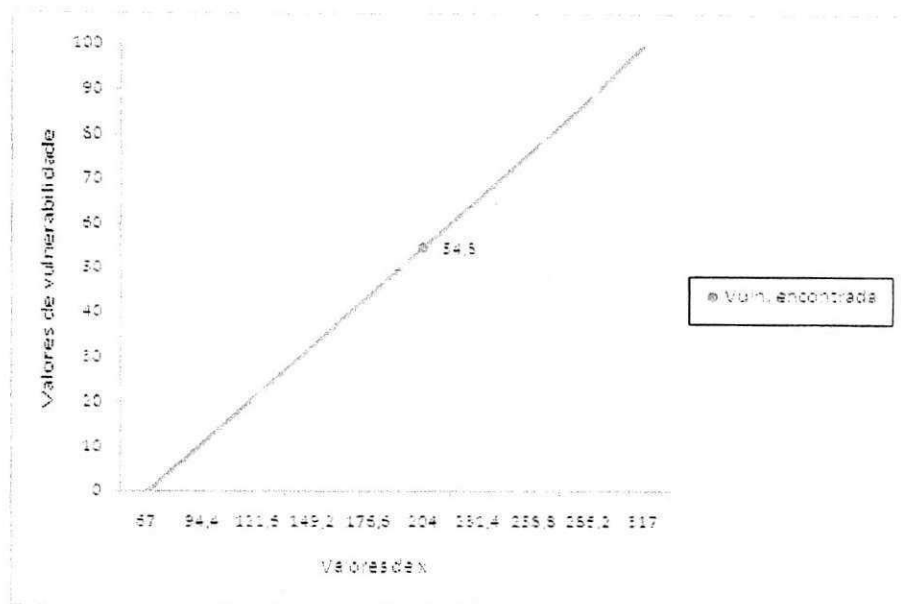


Figura 19. Reta da vulnerabilidade global encontrada para a bacia do açude

6.4.2. Vulnerabilidade Socioeconômica

Nesta pesquisa a análise do resultado da vulnerabilidade socioeconômica apresentou um índice elevado conforme mostra a Figura 20. De acordo com este resultado a vulnerabilidade desta comunidade pode ser classificada como alta. Este nível mostra a obscuridade dos problemas em que vive esta comunidade e aponta áreas críticas e questões prioritárias como: a baixa qualidade do desenvolvimento social, expressa pela insegurança em relação às condições de vida, ao bem-estar, expresso através do baixo acesso ao emprego, baixo consumo de determinados alimentos considerados essenciais, dentre outros.

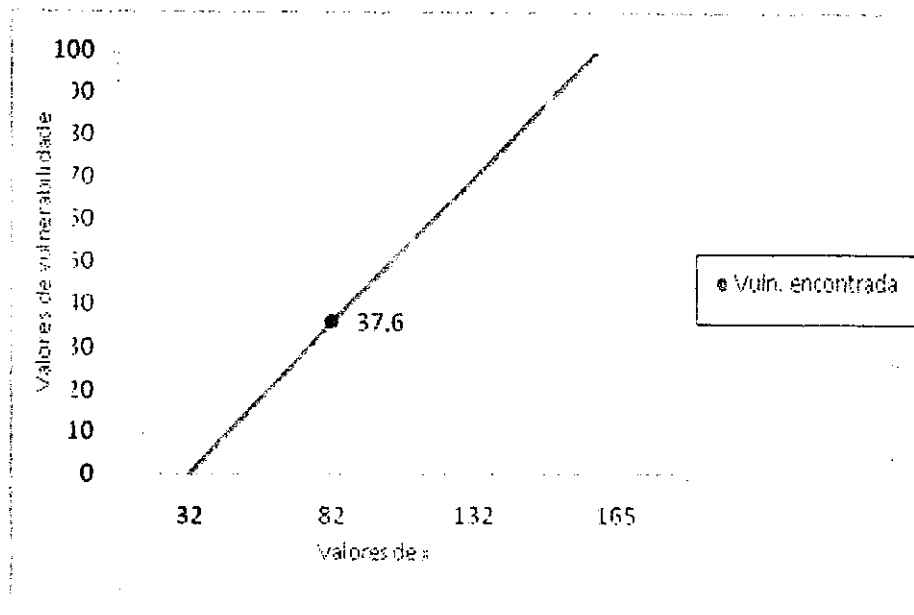


Figura 20. Reta da vulnerabilidade socioeconômica encontrada para a bacia do açude

As medições das vulnerabilidades da população paraibana têm gerado uma volumosa literatura, utilizando diversos enfoques e aproximações conceituais do tema, os resultados apresentados por diversos autores têm mostrado elevado nível de pobreza (Baixa renda), alto grau de analfabetismo, grandes pressões energéticas representadas, principalmente pelo alto consumo de biomassa (madeira e derivados), evidenciados em vários trabalhos realizados em municípios do Estado, fato que ratifica os valores encontrados neste trabalho.

Sabe-se que o nível de escolaridade é uma informação básica para um país e principalmente para o Brasil, que ainda conta com um considerável número de analfabetos, ou seja 24 milhões de pessoas nesta condição (IBEGE, 2004). Além disso, a educação é fator decisivo para o desenvolvimento individual e de uma sociedade, pois promove a democratização, o acesso ao patrimônio cultural, aos níveis posteriores de formação e à cargos mais elevados no seletivo mercado de trabalho, bem como, que determinadas atitudes sofrem influência do grau de instrução institucional que tem determinado indivíduo. Neste trabalho buscou-se conhecer a escolaridade da população, na tentativa de compreender se havia ou não relação entre escolaridade e a dinâmica socioambiental. Vale acrescentar que, também, é de extrema importância o conhecimento dos níveis de escolaridade de determinada população, em níveis geográficos pequenos, como por

exemplo, em uma bacia hidrográfica, para facilitar o direcionamento e a implementação de políticas públicas efetivas.

Em relação ao nível de escolarização da população entrevistada, 32,25% se declarou analfabeto enquanto a maioria sequer concluiu o ensino básico, este dado dar a dimensão da fragilidade das políticas públicas de alfabetização historicamente construída. Elevados índices de analfabetismo foram registrados para outros municípios da Paraíba em diversas pesquisas como o percentual de 70% encontrado para o chefe de família em Serra Branca e Coxixola (ANDRADE, 2008), 30,6% em Taperoá (Duartes, 2008), 41,7% em Picuí, 28,2% em Sousa, 39,2% em Sumé (Abreu, 2004). Uma das explicações para a baixa produtividade escolar, de acordo com dados da Secretaria de Educação, é o elevado índice de repetição e abandono, sobretudo no ensino fundamental e médio, já que de 100 alunos matriculados na primeira série em 1992, cerca de 13,6%, apenas, teria chegado à oitava série em 2000 (PARAÍBA, 2006).

Altas taxas de analfabetismo implicam em não ter acesso aos serviços educativos fundamentais e esta condição diminuiu a possibilidade da população de obter informações, reduzindo seu nível de participação, que de certa maneira vai refletir elevando o grau de fragilidade do segmento relegado a esta condição, mais ainda este estudo demonstra a grandeza da necessidade de desenvolvimento de políticas públicas educativas que se estendam a todos, independente da idade que possuam. A análise demonstrou que isto implica em articular políticas direcionadas para este segmento da população brasileira, e ainda que este estado pode ser sanado através de programas que incluam outras modalidades de ensino. Visto que para a sustentabilidade ambiental ser alcançada, toda sociedade precisa de uma base de informações e conhecimentos a partir de ações que envolvam todos na procura de identificar e prevenir problemas que são recorrentes. Isto requer continuamente que cursos sejam direcionados e redirecionados e apontem resposta baseados em experiências e em novas necessidades que surgem em função da dinâmica local.

Outro fator observado que contribuiu para a elevação da vulnerabilidade social foi a baixa renda do núcleo familiar, onde em 100% das residências a renda total sempre ficou abaixo de três salários mínimos. Baixas rendas também foram registradas por Abreu (2004) investigando a relação entre seca e políticas públicas nos municípios de Picuí, Sousa e Sumé do Semiárido Paraibano.

O valor obtido neste trabalho revela alta dependência econômica. Indica baixo nível de acesso ao mercado, o qual não lhes permite alcançar níveis mínimos de consumo de bens e serviços. A baixa capacidade econômica representa, de certa forma, insuficiência para satisfazer as necessidades básicas como: alimentação, educação, lazer, etc. Fato que foi evidenciado para a comunidade pesquisada, onde 25,8% afirmaram que se alimentam de verduras, frutas, carnes, peixes apenas uma a três vezes por semana, índice baixo se comparados ao que é recomendado para que se tenha uma alimentação saudável que significa ser capaz de obter de forma permanente, sempre uma dieta nutricionalmente adequada e culturalmente aceita, que deve conter no mínimo quatro (4) porções diárias de verduras, duas (2) de frutas e uma (1) de carne. Assim as classes sociais com menor poder aquisitivo são mais vulneráveis, principalmente por que têm menos recursos para se defenderem das ameaças e satisfazerem suas necessidades básicas. Segundo CASTRO et al (2003), no Nordeste a população padece de fome na seca não por consequência do desabastecimento, mas sim porque não tem dinheiro para comprar alimentos. O problema real é a deficiência de empregos remunerados, como consequência do estancamento da economia que tem como responsáveis pelas carências alimentares: concentração de renda, desemprego, pobreza, especulação, êxodo rural, etc. É também fato consensual que os baixos níveis de saúde estão relacionados a fatores ambientais e à pobreza.

Outro fator que também pressionou o valor desta vulnerabilidade foi a situação econômica onde na maioria das residências (80,64%) apenas um membro se encontra economicamente ativo, além disso, foi constatado que em 58,1% havia uma relação que continha mais de três pessoas dependendo do membro economicamente ativo, estado que é considerado crítico se ter mais de três pessoas desocupadas por um ativo. Segundo dados oficiais (PARAIBA, 2006) este quadro extremamente precário no Estado resulta da desaceleração e vulnerabilidade da economia associada aos níveis de concentração de renda e à baixa capacidade do Estado de absorver parte de sua força de trabalho. Com uma população de aproximadamente 3.444.794 habitantes, a Paraíba registrou, no ano de 2000, em torno de 1,4 milhões de pessoas economicamente ativa, onde cerca de 35% dessas pessoas não possuíam nível de instrução ou tinham apenas um ano de instrução formal. Assim dispendo de uma renda familiar muito baixa, as famílias são obrigadas a mobilizarem intensamente a força de trabalho disponível, inclusive o infantil, com sérios prejuízos para o setor educacional, onde cerca de 16,7% da população de 10 a 13 anos trabalham, principalmente na zona rural. Outro indicador trágico que revelou as precárias

condições de vida da população do Estado foi o percentual de indigentes, estimado no ano 2000, pelo IPEA, em torno de 1,5 milhão de indigentes, o que representava aproximadamente 47,23% da população, em se tratando de meio rural a proporção de indigentes teria chegado a 72%.

A presença de eletrodomésticos pode nos revelar indiretamente o nível econômico de uma comunidade. De igual modo, a falta de pelo menos um rádio ou um televisor implica em limitações de acesso aos meios de comunicação de massa, e isto põem em desvantagem a família que não possui em relação à outra que tenha acesso a este meio. Nesta pesquisa foi constatado que ainda existem famílias que não possuem televisão, rádio, geladeiras dentre outros, revelando-se desta forma altamente vulneráveis.

É comum as comunidades rurais dependerem muito dos recursos florestais para o fornecimento de madeira, lenha, carvão e produtos florestais não-madeireiros, desta forma é evidente que comunidades nesta condição exerçam forte pressão sobre os recursos vegetais disponíveis em determinada região, principalmente se considerarmos que o consumo médio de 0,5 m³ de madeira por pessoa ao ano excede em muito o crescimento médio anual das florestas do país (Government of Yemen, 2000 apud PNUMA, 2004). O corte e a coleta excessivas de madeira em ecossistemas florestais frágeis como a caatinga favorece a erosão do solo e contribui para acelerar o processo de desertificação.

O estudo mostra que grande parte da comunidade (42%) utiliza lenha e/ou carvão como fonte de energia para cocção de alimentos, pois segundo Sousa (2008), na região do semiárido a lenha representa a principal fonte de energia (Figura 21), sendo para muitos, a única alternativa para o autoconsumo na forma natural e processada (carvão). Resultados semelhantes foram encontrados em outras pesquisas feitas em diversos municípios do Estado da Paraíba, em Picuí, Sousa e Sumé. Abreu (2004); Morais Neto (2005) e Sousa (2008) identificaram a lenha e carvão como fonte de energia bastante representativa; Duarte (2008), em estudo realizado sobre vulnerabilidades e degradação ambiental em Taperoá, encontrou resultados semelhantes aos valores registrados nesta pesquisa que apontam a lenha e carvão como o meio mais utilizado como fonte de energia (53,5%). Moura (2002) também obteve valores elevados (36,2%) em Sumé, 42% foi obtido por Silva (2002) em estudo sobre vulnerabilidade socioeconômico-Ambiental em Picuí; Araújo (2002) registrou (34,3%), em Sousa, desta forma os resultados deste trabalho amparado pelos acima citados, demonstram que este comportamento é um fator endógeno ao modelo de desenvolvimento adotado e a condição de pobreza desta população, que o corte da

vegetação para utilização como lenha ou para a produção do carvão é uma ação que contribui para a degradação ambiental e exercem fortes pressões no incremento dos indicadores de vulnerabilidade na bacia. Este quadro de alta vulnerabilidade socioeconômica, pobreza e a ausência de políticas sociais obriga o homem a usar de maneira insustentável e irracional os escassos recursos naturais da região.

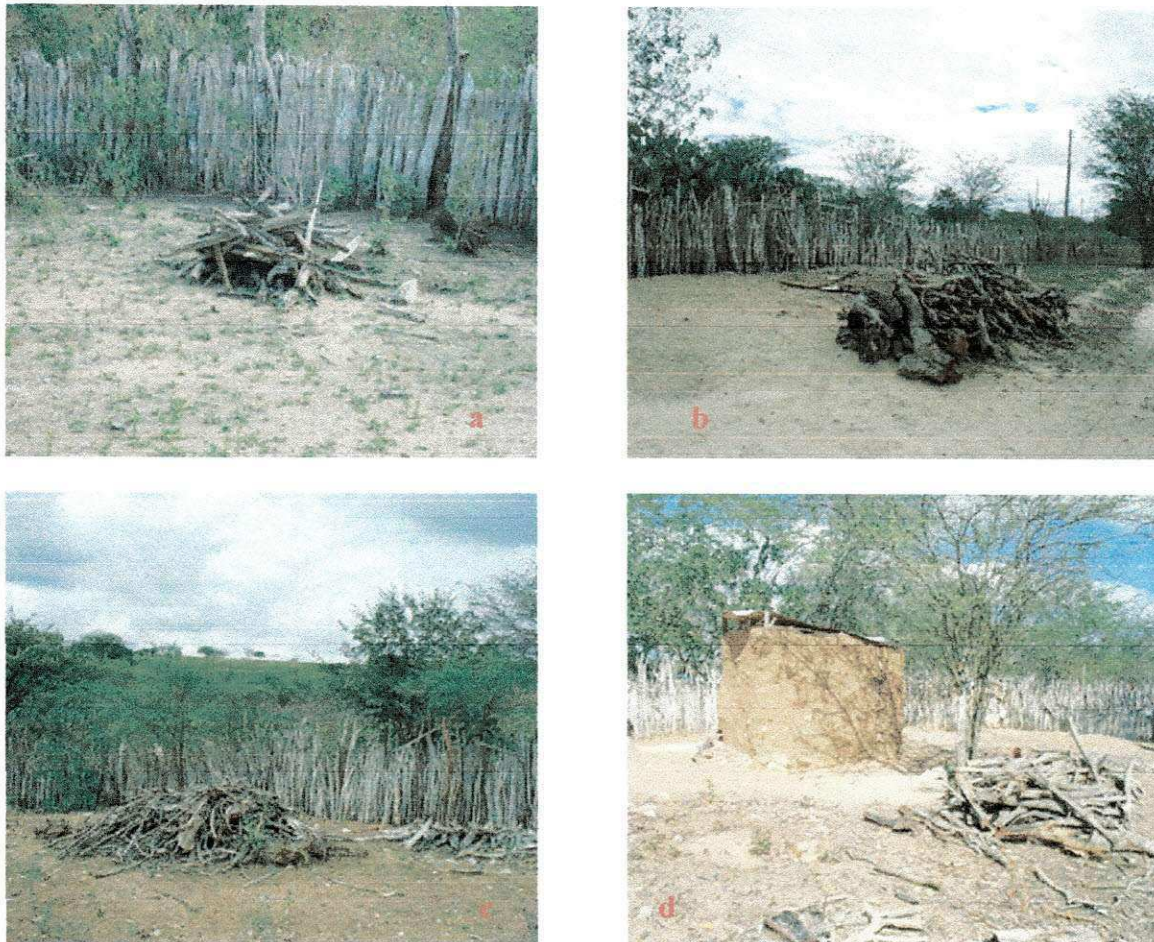


Figura 21. Exploração da lenha nos municípios de Soledade e Olivedo

6.4.3. Vulnerabilidade Física -Técnica

A Figura 22 expõe o resultado correspondente à avaliação de vulnerabilidade físico-técnica da comunidade. O dado apresentado no gráfico mostra que a vulnerabilidade físico-técnica para a comunidade está na classe >45 , apresentando elevados valores que corresponde a uma vulnerabilidade muito alta, segundo a Tabela 6 de classes de vulnerabilidade.

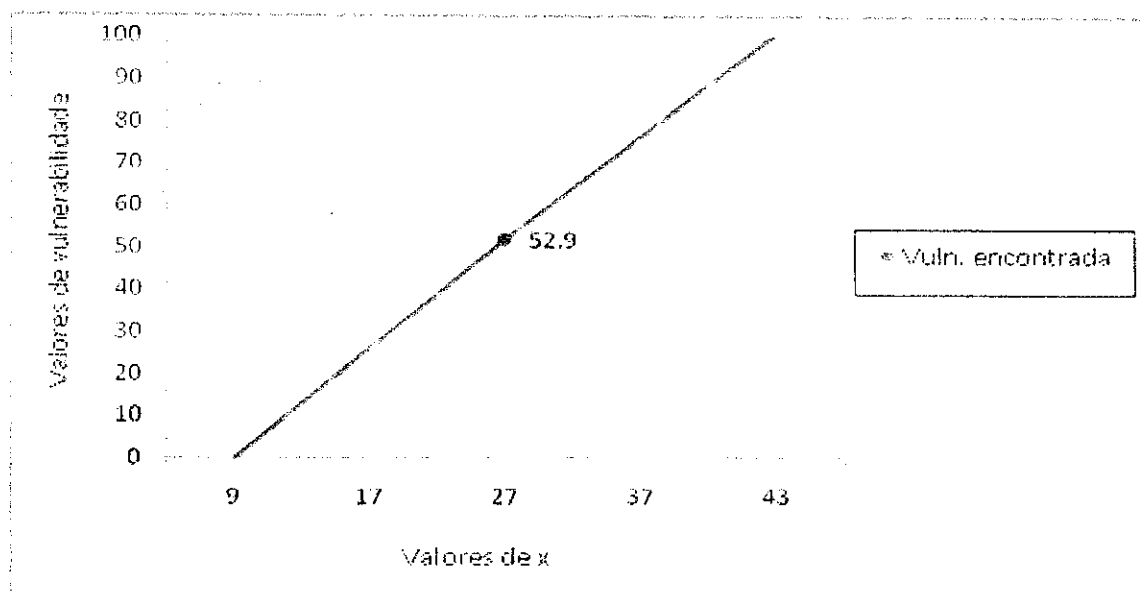


Figura 22. Reta da vulnerabilidade física-técnica encontrada para a bacia do açude

O acesso à moradia é uma necessidade básica que deve conter condições padrões enquanto habitabilidade, privacidade e conforto mínimo, para que os membros do lar possam desenvolver suas atividades individuais e sociais sem privações. Em tal sentido, residências com características físicas inadequadas aludem ao material predominante nas paredes, pisos, assim como ao tipo de casa, dentre outros. Consideramos como inadequadas, casas cujo material predominante nas paredes exteriores seja de taipa, de palha, adobes e tijolos exposto, pedra com barro, madeira e outras matérias (esteiras, lata, ladrilhos expostos, papelões, lonas, etc.), tem piso de terra, etc. Assim, viver em residências com características físicas inadequadas revela altos níveis de vulnerabilidade.

Na área estudada o material utilizado na construção das casas apresenta-se praticamente uniforme, em quase todas as residências visitadas predomina o tijolo como material constituinte das paredes, embora ainda, que raramente, foi registrado a presença de outros materiais, como madeira, plástico e taipa.

Degradação não se aplica apenas ao ambiente natural, mas também ao ambiente construído. Assim más práticas de construção revelam a condição de pobreza de uma população, bem como o estado das infraestruturas básicas que, normalmente é evidenciado pelo contínuo processo de deterioração da infraestrutura ao longo dos anos de negligência, falta de renovação e conservação. Observou-se que a grande maioria das residências apresentou aparência de boa a regular, em relação ao estado de conservação das paredes,

porém em relação ao saneamento, embora todas tenham afirmado que possuíam fossas sépticas, foi constatado que algumas apresentam estruturas comprometidas e ausência de infra-estrutura para descarga de águas residuais. Por conseguinte as residências que não têm sistema de tratamento adequado, foram consideradas vulneráveis e tal condição representa ameaça de contaminação para o recurso hídrico em estudo, visto que famílias que residem em casas sem infraestrutura básica em relação a serviços sanitários essenciais explicitam elevado grau de vulnerabilidade de saúde pública, logo a disponibilidade de um local adequado para a deposição de excreta releva a consistência das práticas e políticas sanitárias, reduz o risco de contaminação por vetores que ameaçam a saúde. Uma vez que é consensual a estreita evidência entre a mortalidade infantil e o acesso a uma condição adequada para disposição de dejetos, visto que doenças como a diarreia, resultante da ausência ou de condições sanitárias inadequadas, principalmente em áreas pobres, tem agravado o quadro epidemiológico geral e ainda afetam mais de quatro bilhões de pessoas por ano no mundo (BRASIL, 2006).

Outro indicador utilizado neste trabalho foi o acesso à moradia adequada no que se refere à lotação, ou seja, a densidade de ocupação do espaço vital, compreendida como a relação entre o número de pessoas do núcleo familiar e o número total de quartos que têm habitação, não entram neste cálculo banheiro, cozinha ou corredores. Logo, como moradia superlotada foi adotada a residência na qual residem mais de três pessoas por quarto. Neste quesito a comunidade apresentou alta densidade influenciando os elevados valores de vulnerabilidade físico-técnica.

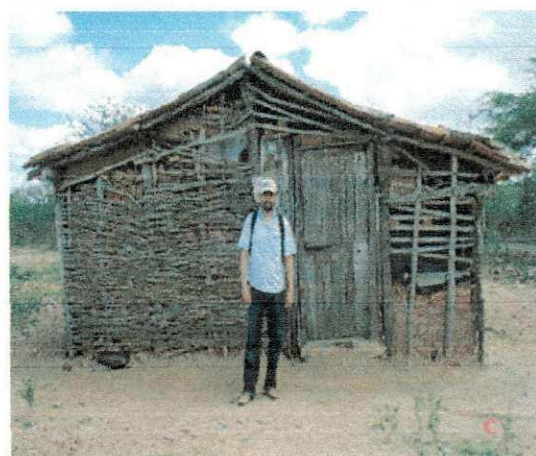
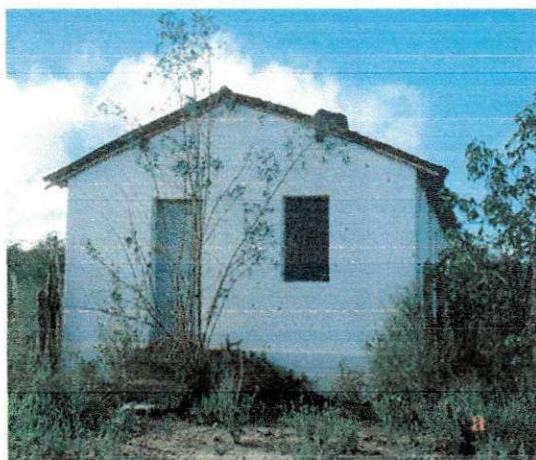
A distribuição espacial ao longo de um recurso hídrico e a forma de apropriação dos recursos naturais que existem às suas margens refletem o modelo de desenvolvimento adotado por um país, uma região, um município. É comum, no Brasil, em função dos altos índices demográficos aliados às desigualdades sociais, à baixa distribuição de renda; a população invadir espaços públicos protegidos por leis dando origem ao surgimento de favelas e vilas sem a mínima infraestrutura básica, apoiadas na total omissão, ausência dos poderes públicos. A partir deste contexto adotou-se a presença de residências dentro da Área de Proteção Permanente (APP) como fator indicativo de vulnerabilidade. Visto que estas áreas se constituem em algo vital para a proteção de um recurso hídrico, em função de suas características e localização. São áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º da Lei Federal n.º 4.771/1965, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental

de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Para expressar o grau de vulnerabilidade em relação à presença de casas nesta área adotou-se o que especifica o artigo 3º, inciso I da Resolução n.º 302/2002 do CONAMA, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, determina que se “Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais”. Em trabalho de campo constatou-se que todas as residências dos moradores entrevistados encontram-se instaladas na área de preservação permanente (APP) contrariando as normas legais acima citadas, desse modo influenciando o alto grau de vulnerabilidade encontrado.

As migrações são movimentos onde grupos sociais se transferem de suas regiões de origem para outras localidades que apresentem condições mais promissoras, relacionadas com a sobrevivência, com a qualidade de vida e com expectativas de progresso individual e/ou coletivo. Diversos autores apontam como fortes razões para os movimentos migratórios os ciclos econômicos, as condições ambientais inóspitas, a ausência ou deficiência de uma estrutura básica relacionados com a educação, o saneamento básico, a saúde pública, as condições de moradia e sistemas de transportes coletivos. No Brasil, desastres crônicos e recorrentes, provenientes de fatores climáticos como a Seca que assola o território Nordeste, são tidos como o estopim que desencadeia os fluxos migratórios tão comuns nesta região.

A partir de trabalho de campo nos municípios de Soledade e Olivedo observou-se que a migração espontânea, induzida ou forçada para a cidade tem resultado na expulsão de várias famílias do meio rural devido às condições econômicas, ambientais e sociais adversas, bem como o fascínio que o ambiente urbano exerce sobre as famílias rurais, fato que tem raízes nas paralisias históricas, políticas, ou seja, no jogo político da dominação social existente nesta região. Constatou-se também que esta atração clássica que era exercida tradicionalmente pelas grandes cidades sobre os camponeses (vaqueiros, mascates) tem sido gradativamente ampliada passando a incluir, atualmente, cidades de pequeno e médio porte, novas áreas em expansão econômica. Entre os fatores que

forçaram esses fluxos migratórios verificou-se que predominaram aspectos relacionados às péssimas condições de vida no sertão e o empobrecimento do solo, fruto da degradação ambiental da região. Este quadro tem sido relatado em diversos trabalhos como responsável pelos fatores que mais obrigaram diversos sertanejos a abandonar o lugar onde nasceram e moraram durante grande parte de suas vidas, para se refugiarem em cidades. Vale ressaltar que grande parte dos agricultores do agreste que migraram e continuam migrando em busca de melhores condições continuam vivendo em condições subhumanas e passaram somente a engrossar o imenso exército de refugiados ambientais. As Figuras 23 a, b, c e d, a seguir, são testemunhas físicas e mostram, respectivamente, a amplitude e a intensidade deste processo: o esvaziamento da zona rural do Nordeste nesta região.



Figuras 23. Residências abandonadas na microbacia do açude Soledade

6.4.4. Vulnerabilidade Ecológica-Ambiental

Considerando a classificação das vulnerabilidades apresentada na metodologia, o valor encontrado para esta categoria de vulnerabilidade também se mostrou elevado permitindo classificar como alta (Figura 24), condição esta que caracteriza o estado em que a ação humana ou natural excede a capacidade de resiliência do sistema, onde o processo de degradação sobrevém de forma acelerada a tal ponto que mesmo ocorrendo a eliminação das pressões, o ecossistema requer longos prazos e elevados investimentos para que se reestabeleça o equilíbrio ambiental desta área.

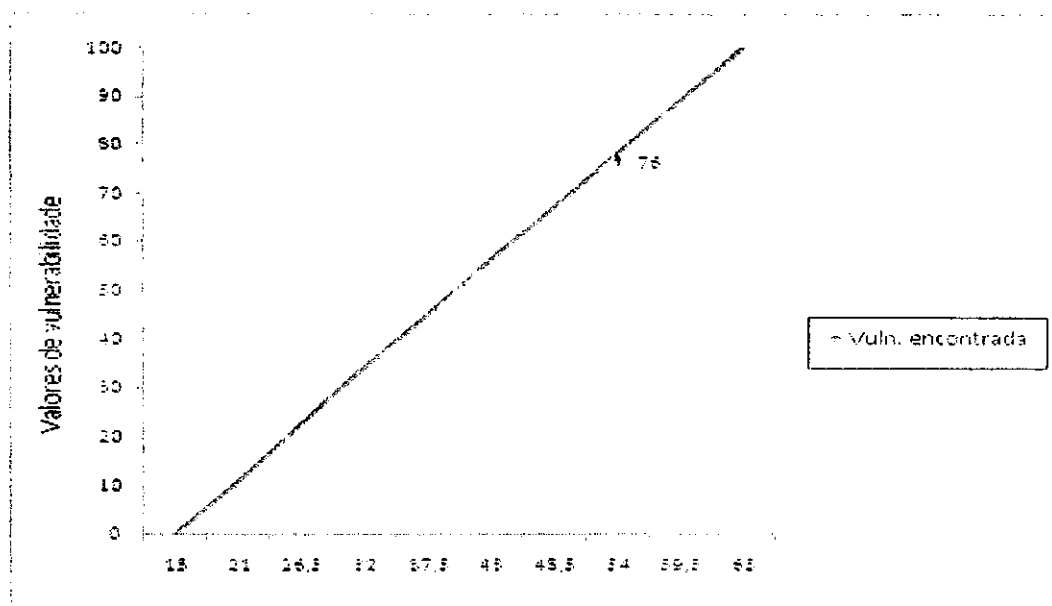


Figura 24. Reta da vulnerabilidade Ecológica-Ambiental encontrada para a bacia do açude

Os resultados, ainda, revelam que o modelo de crescimento econômico adotado nesta região tem sido baseado, em grande parte na superexploração dos recursos naturais através da subordinação dos interesses socioambientais à dinâmica econômica. Isto tem se traduzido em consequências desestabilizadoras do ambiente, bem como criado uma cadeia de ameaças potencializadas pelos fenômenos naturais recorrentes em regiões semiáridas como esta, vale destacar que em sua essência, podem ser considerados socialmente construídos, tais como: degradação de bacias hidrográficas, esgotamento do solo e modificação dos ecossistemas naturais, enchentes, secas, erosão do solo e rompimentos de barragens, dentre outros, ocorrido tanto em áreas rurais como urbanas.

A expansão da agricultura e pecuária leva à marginalização da população rural e a ocupação crescente e contínua de terras de alto risco no campo e na cidade. O ambiente

natural é transformado em um ambiente construído, ou social. A conversão de solos naturais em áreas agrícolas, a retirada da vegetação natural e sua substituição por pastos. Isso inevitavelmente altera a dinâmica da drenagem de águas pluviais de bacias. Esse modelo tem fortes raízes históricas que alude aos tempos da formação do Brasil com fortes tendências centralistas, que ainda tem induzido a uma atitude relativamente passiva dos atores sociais em relação à proteção dos recursos naturais, sendo comum, a sociedade sempre esperar que o Estado paternalista, em cumprimento de seu dever de grande protetor, se encarregue de salvaguardar os recursos que lhe pertence através da aplicação de suas leis.

Todos os motivos mencionados vêm comprometendo os elementos necessários para o convencimento da sociedade e das instituições públicas e privadas que são responsáveis pela gestão dos recursos naturais.

As primeiras chuvas se incorporam ao açude incidindo no aumento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos presentes na água. Logo a existência de pocilgas localizados numa faixa de 50 metros do açude contribui para o aumento das concentrações de alguns destes parâmetros. Partindo deste pressuposto foi considerada uma largura mínima de 50 metros, em projeção horizontal, ao longo do açude desde o seu nível mais alto em faixa marginal na qual não é permitido a supressão da vegetação ou fixação de pocilgas, e pelo menos, de 30 metros de mata ciliar entre o açude e áreas urbanas consolidadas.

A suinocultura devido à sua capacidade de produzir grande quantidade de proteína em reduzido espaço físico e de tempo, quando comparada a outras espécies animais de grande e médio porte (GOMES et al., 1992), denota para os produtores familiares da região nordeste uma atividade essencialmente importante, visto que, além de agregar valor aos cereais produzidos na propriedade, possibilita utilização da mão-de-obra familiar, bem como oportuniza outra fonte de renda.

No entanto decorre desta atividade o que podemos chamar de descontrole de poluição no meio rural, que tem com principal responsável o lançamento de efluentes e dejetos suínos não tratados no solo e ambientes aquáticos; o qual constitui risco potencial para o aparecimento ou recrudescimento de doenças (verminoses, alergias, hepatites, hipertensão, câncer de estômago); degradação dos recursos naturais (morte de peixes e animais, toxicidade em plantas, eutrofização de recursos hídricos); desconforto para a população (proliferação de moscas, mosquitos borrachudos, maus odores) provocando queda na qualidade de vida, redução da produtividade de leite, carne e ovos, visto que as

fêmeas dos mosquitos acometem também outros animais (GIRROTO & CGHIOCHETTA, 2004; PAIVA; BRANCO, 2000), contaminação do solo e água por metais: Cu, Cd, Zn e pelo elevado poder poluente que tem, visto que segundo TUNDISI (2003, p58) uma cabeça de suíno equivale a DBO de 100 pessoas. Em decorrência dessa situação, o documento Agricultura sustentável aponta a poluição de recursos ambientais (água, ar e solo) por dejetos suínos como um dos principais problemas de contaminação existentes na região Sul, ao afirmar que:

“Talvez o caso mais gritante de contaminação das águas no Brasil seja o verificado no Sul, por conta da suinocultura. Os problemas ambientais provocados pelo despejo nos rios de dejetos suínos não são uma decorrentes do aumento do rebanho e sim de sua concentração e dos métodos de criação atuais. Entre 1985 e 1998, técnicos de Santa Catarina realizaram 18.000 exames bacteriológicos da água de consumo de famílias rurais, abrangendo todo o estado e os resultados foram impressionantes: de cada dez amostras examinadas, oito, em média, apresentaram contaminação bacteriológica (BEZERA & VEIGA, 2000)”.

Apesar de tudo os dejetos suínos podem, quando manejados adequadamente, se constituírem em fonte alternativa de fertilizantes para a propriedade rural, melhorando a sustentabilidade do ambiente, com reflexos na produção agrícola e melhoria da qualidade dos recursos ambientais. Fato que não ocorre na área estudada, onde foi constatado que existem elevados números de pocilgas instaladas às margens do açude, que não possuem licença ambiental, um instrumento prévio de controle para o exercício legal de atividades modificadoras do meio ambiente (CONAMA, 237/97), sistema de tratamento de efluentes, destinação adequada e tratamento para os dejetos. Pocilgas estão instaladas dentro da faixa marginal e há caso em que os dejetos se encontram dispostos no solo ao lado da pocilga evidenciando total ausência de cuidados sanitários, quadros como estes contribuíram consideravelmente para o incremento dos altos índices de vulnerabilidade nesta área.

Observou-se que nas margens ao longo do açude e no leito de rios em diversos pontos da bacia, a indústria da cerâmica tem exercido destacado papel na elevação da vulnerabilidade nesta área da bacia, sustentando-se em dois vetores primariamente: a retirada da argila em áreas de proteção ambiental e o uso da mata nativa para a produção de lenha, consumida nos fornos de queima da cerâmica. Os efeitos trágicos provenientes

Concernente a esta categoria, a Figura 26 mostra o valor de 90,9%, caracterizando vulnerabilidade muito alta. Este resultado evidencia que a governabilidade medida a partir de decisões e ações ambientais tomadas nos últimos anos pelos administradores públicos, órgãos não-governamentais e sociedade civil não têm sido de todo favorável, revelando grande debilidade e falta de conscientização em relação aos temas de proteção, gestão e manejo dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, desta área. Fica explícito que nos últimos anos há uma carência de trabalhos interinstitucionais e de falta de vontade por parte das instituições competentes para promover programas e projetos de proteção ambientalmente sustentáveis nesta área da bacia.

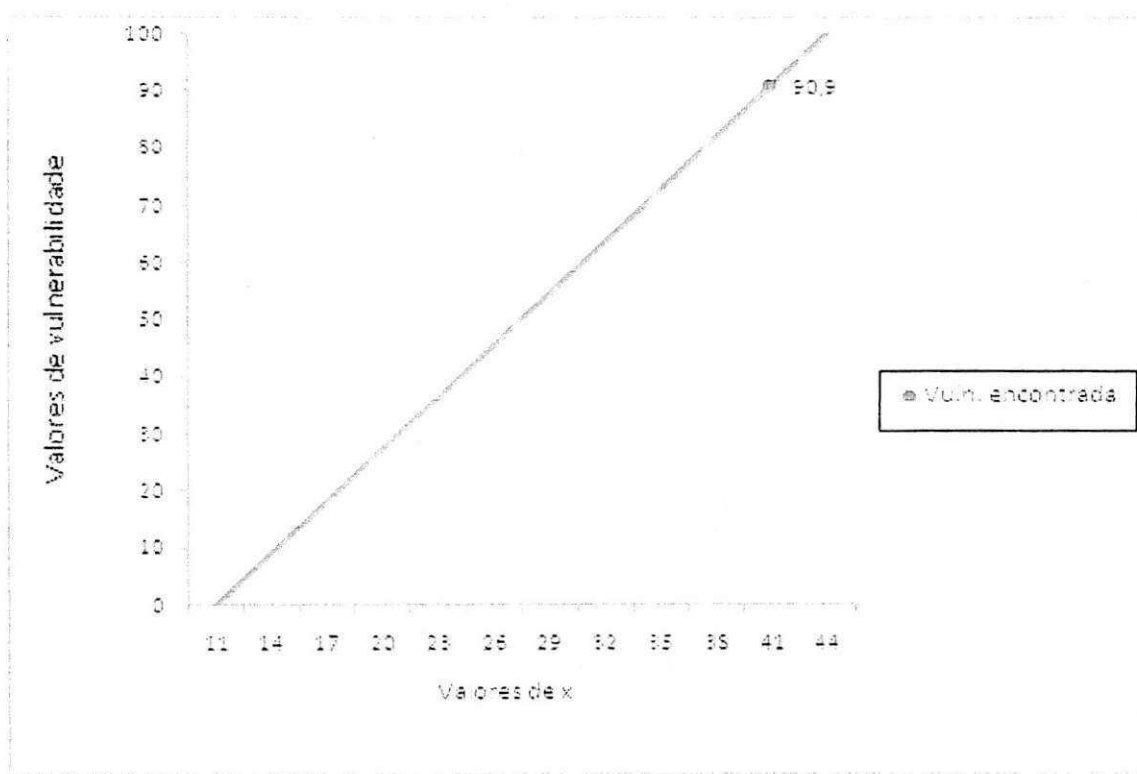


Figura 26. Reta da vulnerabilidade Educativa-Ideológica-Política-Institucional encontrada para a bacia do açude

Evidenciado pela singela atuação institucional na área estudada, indicando baixo grau de envolvimento da municipalidade em relação à temática ambiental, o qual foi determinado em função dos números de programas e projetos relacionados à gestão ambiental que foram desenvolvidos pelos gestores públicos e sociedade civil nos últimos

dois anos. Uma vez que o ambiente institucional pode ser um fator decisivo para o sucesso ou o fracasso das políticas do ambiente e, em particular, a políticas de combate à degradação ambiental. Para este parâmetro constatou-se, após entrevista com a comunidade e com representante da área ambiental do município, que não foi realizado nenhuma capacitação e/ou treinamento para a população e assim como para os técnicos da secretaria de meio ambiente. Estes dados indicam que as estratégias adotadas não foram devidamente direcionadas para a redução das vulnerabilidades às desastres ambientais, principalmente a seca, que é o problema mais profundo na área. Também apontam para a necessidade do fortalecimento das organizações sociais e comunitárias, de distribuição dos recursos, de informação e de capacitação de pessoal para a tomada de decisão. Nesta concepção de desenvolvimento, a municipalidade é vista de forma ampla, como uma instância pública onde os gestores e a sociedade civil, de forma organizada, articulada, tomam decisões em conjunto sobre políticas, planos, programas, projetos e estruturas institucionais.

Observou-se após trabalho de campo que as comunidades não contam com treinamento e capacitação técnica necessários para explorarem os recursos naturais: solos, água, vegetação. Assim, esta falta de conhecimento e habilidades influencia de maneira negativa a implementação de tecnologias e práticas que ajudam a reduzir os elevados níveis de vulnerabilidades.

Outro fator que influenciou negativamente foi a ausência institucional na bacia, visto que é um fator importante, pois se reflete no suporte técnico e treinamento, uma vez que a presença ajuda as pessoas a se prepararem para por em prática medidas viáveis para reduzir o grau de vulnerabilidade. O treinamento é uma ferramenta essencial para criar atitude em favor da boa utilização e gestão dos recursos naturais, bem como para preparar a população para tomada de decisões e adotar tecnologias ambientalmente sustentáveis.

Outro item observado que contribui para o alto nível de vulnerabilidade foi a ausência de organização comunitária que atuasse em temas relacionados à problemática ambiental em escala local, uma vez que a presença de organização nesta escala tem sido muito efetiva para transferir preocupações locais a níveis mais altos, em um processo que cria um contexto favorável para a busca de mudança, bem como servem como espaço de diálogo ou de aprendizagem que permite a comunidade solicitar assistência aos níveis de governo mais elevados e portanto experimentar várias opções para a melhoria de seu sistema ecológico e social.

Urge o desenvolvimento de esforços conjuntos para promover programas e projetos de educação ambiental, dirigidos à proteção dos frágeis recursos naturais, principalmente da água, recurso escasso nesta região, a partir de ações que envolvam toda a população usuária, a fim de salvaguardar no futuro o presente recurso. A redução da vulnerabilidade e a promoção de programas que garantam maior segurança no futuro exige um compromisso político e institucional coerente com os objetivos. Isto significa que devem existir políticas, padrões e ferramentas para a gestão e manejo adequado.

6.5. A construção Social do Risco: relação entre dinamismo antropogênicos atual com os parâmetros de qualidade da água

Gestão ambiental integrada dos recursos naturais, como o solo, água, ar, flora e fauna, constituíram-se em uma questão de interesse global sem precedentes históricos. No entanto, os objetivos da gestão dos recursos naturais, incluem conservação, preservação, controle de qualidade e uma distribuição equitativa, o que muitas vezes não ocorre efetivamente, isto se dá quando o gerenciamento é implantado exclusivamente para atender aos interesses do capital, negligenciando as fragilidades dos recursos regionais e as necessidades da comunidade local. Várias razões podem ser alavancadas para explicar o manejo ambiental e as inter-relações estabelecidas entre população local e meio ambiente, contudo, as pressões exercidas pelos seres humanos sobre o meio ambiente não são facilmente mensuráveis ou descritíveis, visto que muitas vezes elas são produto da interação de múltiplos fatores, outro agravante é que uma única ação humana pode exercer pressões em diferentes recursos naturais e contribuir sinergicamente para desencadeamento de diferentes efeitos físicos, químicos ou biológicos. Como exemplo, cita-se a agricultura, uma atividade que quando mal manejada, exerce fortes pressões sobre a biodiversidade (plantas e vida selvagem), solo e água passando a se constituir em fonte de degradação para o ambiente biofísico de uma microbacia.

Partindo desta perspectiva, olhar para o Nordeste exige enorme sensibilidade perceptiva, visto que certas limitações de ordem socioeconômica e política impelem a população desta região a não respeitar os limites e potencialidades de seus ambientes naturais. Fato corriqueiro na literatura técnica são os alertas emitidos pela comunidade científica sobre a maneira equivocada de apropriação dos recursos desta região, ou seja, como vem sendo desenvolvido a exploração e manejo da Caatinga (ecossistema frágil),

manejo este realizado com fortes raízes na cultura popular e na forma de pensar e fazer do sertanejo, que se encontra alheio às inovações tecnológicas, na maioria das vezes, utiliza técnicas inadequadas e também é aversso aos ditames legais.

Tendo em vista este quadro, empreendemos esforços para compreender e identificar, a partir de eixos temáticos norteadores preestabelecidos na metodologia, os fatores do dinamismo antrópico atual que representam ameaças, resultam em riscos elevados para a disponibilidade hídrica e contribuem para agravar a problemática que envolve os escassos recursos hídricos desta região. Dentro deste contexto encontram-se as atividades humanas, como a pecuária extensiva, a agricultura, a indústria extrativista da cerâmica e a mineração, entre as mais expressivas, que se desenvolveram e continuam até hoje, nesta região, sendo praticadas nos moldes concebidos há séculos atrás. A seguir, é descrita a relação dos indicadores selecionados com IQA.

Em trabalho de campo realizado nos municípios de Soledade e Olivedo, foi constatado que a existência de diversas práticas impactantes relacionadas às atividades acima citadas contribui para a elevação dos índices de degradação, bem como exercem fortes influências na qualidade das águas desta bacia.

Observou-se, que em diversos pontos da bacia, conforme pode ser visto nas Figuras 27 a, b, c e d, que parte dos resíduos sólidos produzidos pela população ribeirinha é descartada indiscriminadamente em locais próximos ao açude e rios, em diversos pontos da bacia, os quais, com o decorrer do tempo se constituem em problemas ambientais pressionando os altos índices de vulnerabilidade encontrados nesta área, uma vez que, por ocasião das chuvas, podem alcançar o açude e outros recursos hídricos desta bacia.





Figura 27. Lixo descartado inadvertidamente em diversos pontos da microbacia

Outro fator que representa ameaça de contaminação hídrica é a existência do lixão mantido pela prefeitura municipal de Soledade, que fica localizado na parte alta da microbacia a aproximadamente 500 m do açude, refletindo de forma geral, a lacuna existente entre as políticas públicas de desenvolvimento e as de gestão e proteção do meio ambiente. Sabe-se que, no Brasil, é habitual o descarte indiscriminado de resíduos sólidos e líquidos em rios, córregos, terrenos baldios e áreas de proteção ambiental fato que, com o decorrer dos tempos, passam a constituir sérios problemas de ordem sanitária e socioeconômica, contaminam o ambiente com produtos que comprometem diversas atividades. A solução para o destino do lixo ainda consiste em conduzi-lo para longe, preferencialmente, para locais afastados das áreas habitadas. São os vazadouros a céu aberto, mais conhecido como lixões, mantidos pela municipalidade, normalmente situados nas periferias dos grandes centros ou nas vias de acesso aos municípios nas zonas rurais. Segundo o IBGE (2002), ainda hoje, no Brasil, de todo o lixo coletado, a maior parte vai para os lixões, embora haja variações significativas por região. No nordeste, cerca de 90% têm esse destino; no norte, quase 70%; no sudeste, pouco mais de um quarto do total e, no sul, cerca de 40%. O manejo inadequado de resíduos gera desperdícios, contribui para o agravamento de problemas sociais, constitui ameaça à saúde pública e intensifica a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações.

Os problemas da gestão inadequada dos resíduos sólidos além de estarem intimamente ligados a problemas de saúde humana, também estão relacionados à poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Um dos mais graves efeitos ambientais causados pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos é a contaminação das

águas de superfície que, muitas vezes, são fontes de água potável, principalmente em regiões com histórico de escassez, como o Nordeste. Por um lado, a matéria orgânica dos resíduos reduz o teor de oxigênio dissolvido e aumenta os nutrientes o que, de certa maneira, contribui para o crescimento descontrolado de algas e favorece o processo de eutrofização. Por outro lado, os resíduos domésticos são frequentemente misturados com resíduos perigosos, gerando contaminação por substâncias químicas perigosas para a saúde, como por exemplo: chumbo, cromo e mercúrio. Como resultado, há perda de recurso para o consumo humano, o lazer, a vida aquática é destruída e também ocorre a deterioração da paisagem. Ela também envolve alto investimento caso se deseje recuperar o recurso.

No lixão, a poluição do ar é evidente, pela presença de maus odores e a produção de gases e partículas em suspensão, produto da combustão espontânea ou induzida, que são arrastados pelo vento. A queima de lixo ou a incineração sem controle de poluição põe em grande risco a população, devido à presença de plásticos, produtos químicos e outros organoclorados de significativo perigo. A má gestão e disposição inadequada de resíduos sólidos afetam significativamente a paisagem, conforme a Figura 28 a, b, c e d.





Figura 28. Lixão onde são descartados os resíduos sólidos no Município de Soledade-PB

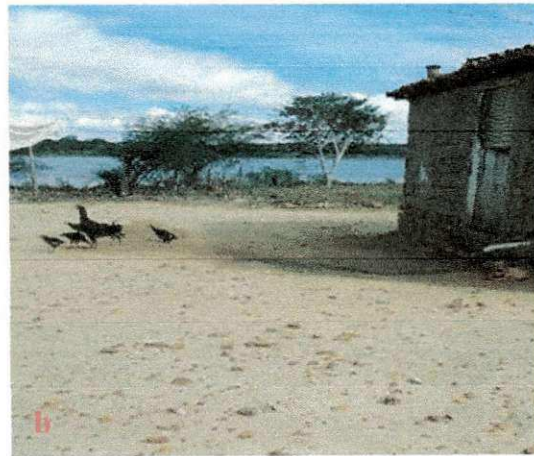
As ações como esta, desenvolvidas neste município, têm contribuído sistematicamente para impactar esta bacia hidrográfica, que já se encontra bastante comprometida, além de elevarem a proliferação de vetores responsáveis por diversas enfermidades. Práticas como essas podem desequilibrar um ecossistema de diversas formas e gerar consequências sociais, econômicas e ambientais desastrosas, como por exemplo: poluição do solo e do açude; exposição da população a riscos; poluição visual (desfiguração da paisagem); proliferação de vetores (insetos, roedores); problemas socioeconômicos; desvalorização de imóveis; emissão de odores (BARROS, 1995; MOTA, 1997).

Além do mais, demonstraram ainda que a administração pública precisa buscar um posicionamento avançado e crítico, frente a esta situação, procurando novas alternativas e medidas que potencializem o aproveitamento dos resíduos, seja através da reciclagem, compostagem e reutilização direta ou do aproveitamento energético.

Estudos realizados por MARASHLIAN e El-FADEL (2005) em Beirute no Líbano, WADE et al (2006) em Kaunas, na Lituânia, KIRKEBY et al (2006) em Aarhus, na Dinamarca, sobre a gestão municipal de resíduos, demonstraram que técnicas como as anteriormente citadas reduzem o volume de resíduos gerados, desta forma aumentam a vida do aterro, trazem benefícios econômicos, sociais e ambientais para o local. No entanto isto só é possível mediante a criação de várias legislações específicas sobre o assunto e avanços científicos, tecnológicos que ampliem permanentemente a capacidade de utilizar,

recuperar, reciclar e aproveitar esses resíduos, bem como novos conceitos de gestão para aliviar as pressões da sociedade sobre o meio ambiente.

Além das degradações provocadas pela disposição inadequada e o lançamento direto de resíduos sólidos em diversos pontos da bacia de drenagem, também se verificou que diversas residências apresentam problemas em seus sistemas sanitários e que os efluentes *in natura*, principalmente, os provenientes da cozinha e lavagem de roupa são lançados inadvertidamente no solo, vertendo diretamente para o açude, contribuindo assim para elevar o nível de degradação que já se encontra em estágio elevado e pressionar os valores de DBO, DQO, Nutrientes e coliformes, fato que é evidente ao se observar o aspecto leitoso dos efluentes que escoam livremente, bem como o carreamento de materiais sólidos conforme demonstra as Figuras 29 a, b, c e d. Esta forma de degradação é apontada por inúmeros autores como sendo uma das principais responsáveis pela contaminação das águas superficiais, podendo resultar em sérios prejuízos à qualidade da água, como por exemplo: redução dos teores de oxigênio dissolvido, exalação de odores, proliferação de vírus, bactérias e protozoários, resultando em contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com a água.



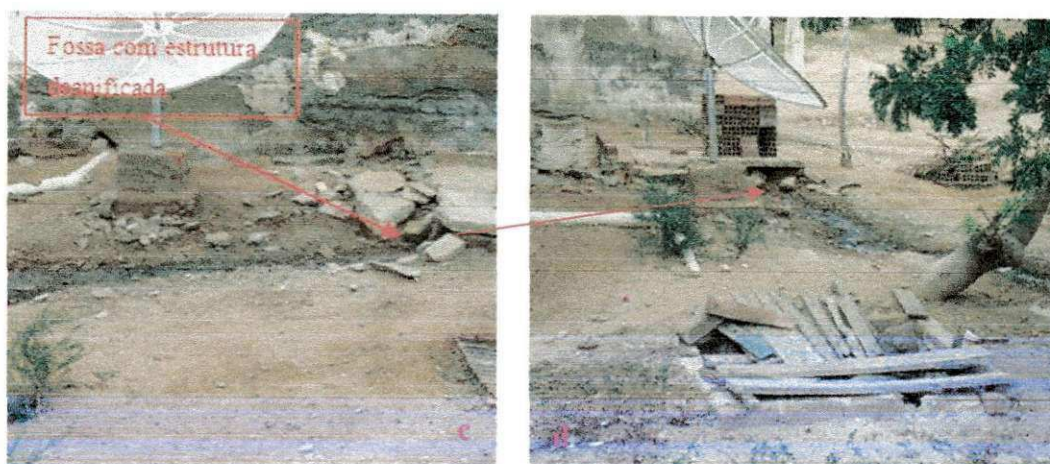


Figura 29. Escoamento de esgoto doméstico em vários pontos próximo ao açude

O lançamento de esgotos *in natura* dentro desse açude constitui-se em risco potencial para a população usuária das águas assim como para quem consome pescado deste recurso hídrico. Uma vez que podem conter microorganismos patogênicos como *Salmonella* sp. e ovos de helmintos (*Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e *Ancylostoma* sp.) dentre outros.

Outro fator observado que, também, exerce fortes pressões sobre os índices de qualidade de água é a presença de currais localizados numa faixa de 50 metros do açude e criação de caprinos e bovinos em áreas frágeis, superexploradas às margens do açude Soledade (Figura 30). Sabe-se que as fezes e urinas que contêm elevadas concentrações de nutrientes, metais e microorganismos, segundo Vale et al (1997) em torno de 75 a 85% dos elementos minerais e cerca de 40% do carbono orgânico ingeridos pelos animais são eliminados e logo nas primeiras chuvas se incorporam ao açude, incidindo no aumento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos presentes na água, redução do oxigênio dissolvido, crescimento acelerado de algas e mortandades de peixe, bem como o pisoteio que compacta, ainda mais, o solo que já se encontra nu, contribuindo assim para o desencadeamento de processos erosivos que favorecem o arraste deste material para o recurso hídrico contribuindo para a elevação da turbidez.

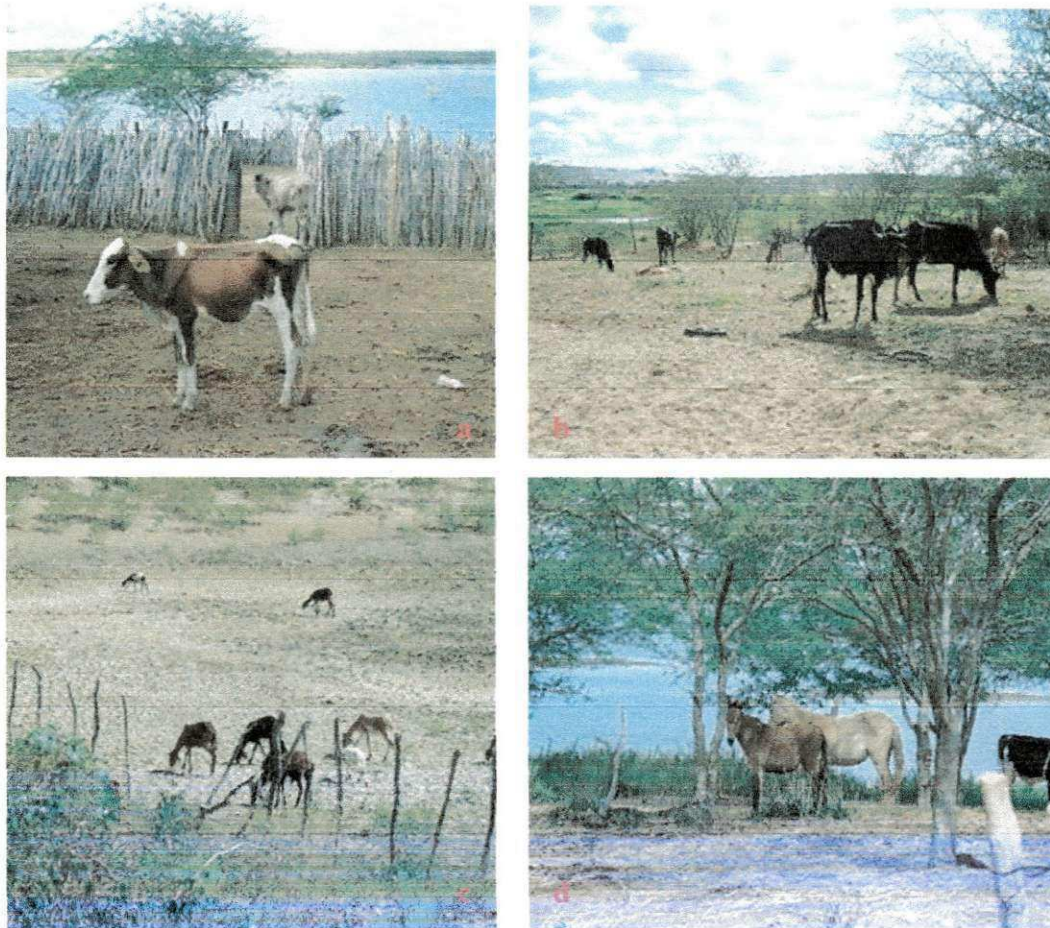


Figura 30. Criação de animais na Área de proteção Ambiental

A Figura 31 a, b, c e d mostra que práticas que comprometem a manutenção do equilíbrio ambiental e estimulam processos erosivos, como a supressão da vegetação marginal, é prática comumente desenvolvida pelos ribeirinhos, ao longo do açude e dos rios nesta bacia. Outro aspecto observado foi que parte importante da vegetação natural da faixa marginal foi substituída por pastagens exóticas e cultivares de diversas espécies, também há casos extremos em que pastagens e outras espécies são cultivadas dentro do próprio recurso hídrico.

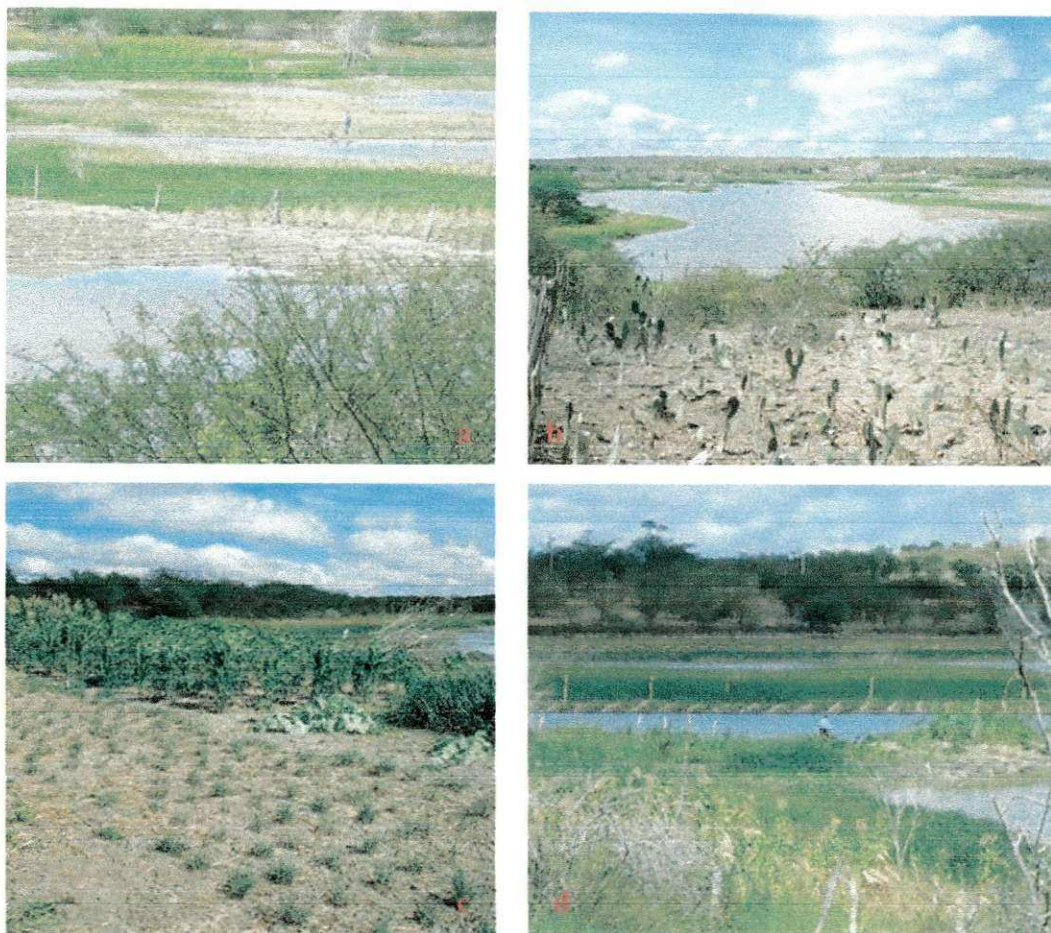


Figura 31. Práticas agrícolas desenvolvidas nas margens e dentro do açude

A pobreza rural, aliada ao superpastoreio, ao manejo inadequado e a degradação de recursos em áreas marginais não são problemas atuais, normalmente, são frutos de práticas que têm origem nas tradições locais aliadas às pressões comerciais, à falta de conhecimento ecológico e ao entusiasmo em obter vantagens econômicas, fatos como este são recorrentes e têm levado, na maioria das vezes, à superexploração e empobrecimento do solo. O desenvolvimento da pecuária em solos exauridos por outras culturas ou pela erosão aliado à ausência da adubação (principalmente de fósforo e nitrogênio) são algumas das principais causas da degradação das pastagens no Brasil. Como alternativa para problemas de baixa fertilidade dos solos e redução na capacidade de suporte das pastagens, é comum o pequeno pecuarista utilizar indiscriminadamente adubos orgânicos na tentativa de promover a melhoria das propriedades físico-químicas do solo, buscando a obtenção da produtividade máxima das culturas. Assim, conforme mostra a Figura 32 a, b, c, e d ficou evidente que é comum, nesta região, a utilização de esterco em pastagens, principalmente de palmas, fato que, quando corretamente manejado, não acarreta implicações de ordem

sanitárias e nem ambiental; contudo, deve se salientar, pelo que foi constatado em trabalho de campo que não há cuidados no manejo em relação aos aspectos sanitários nem, tampouco, ambientais no momento da incorporação; condições como esta podem está contribuindo para a redução dos níveis de qualidade da água do açude, conforme revelam os altos índices de coliformes encontrados nas águas do açude.



Figura 32. Evidências de utilização de adubação orgânica em diversas propriedades na microbacia

6.5.1 Composições Multiespectrais Ajustadas

A vegetação natural da região semiárida nordestina é composta por diversos padrões morfológicos que dependem principalmente das condições edafoclimáticas. A variação espaço-temporal no comportamento da cobertura vegetal das terras da microbacia do açude

Soledade foi analisada por meio dos índices de vegetação das composições multiespectrais ajustadas.

Nas Figuras 33 a e b, as áreas com baixos índices de vegetação, ou seja, com solo nu ou ausência de vegetação, são identificadas pela cor ciano e/ou magenta; analogamente, nas áreas onde a vegetação se encontra em tom esverdeado mais claro foi usada para inferir predominância de vegetação mais densa ou em pleno vigor de crescimento, contudo nas áreas em que a tonalidade apresenta um verde mais escuro, subentende-se que representam uma vegetação estressada sob o ponto de vista hídrico. Desta forma e por meio de comparações entre as composições multiespectrais adquiridas para o ano de 1990 e de 2005 com data de passagem na mesma estação climática, foi possível monitorar e compreender a dinâmica da cobertura vegetal na área estudada.

Os resultados apontam uma evolução do processo de supressão da vegetação nativa ao longo da microbacia. As mudanças no padrão da vegetação, identificadas ao longo de período estudado, mostram que a mata nativa da região tem sido reduzida em área e quantidade, isto se deve ao processo de degradação ambiental, provocado pelo desmatamento, principalmente para atender a necessidade de ampliação de área para a agricultura de sequeiro, pecuária extensiva e extração da biomassa para servir de lenha para consumo doméstico e industrial, além das queimadas e atividades de mineração. Práticas tradicionais culturalmente arraigadas como: a queimada da macambira, ainda no campo, para servir de alimentação animal e o corte da vegetação têm contribuído, ainda, para a redução da biodiversidade, tendo como impactos principais a destruição de habitat que, de certa forma, favorece a caça predatória que nutre o comércio ilegal de animais silvestres.

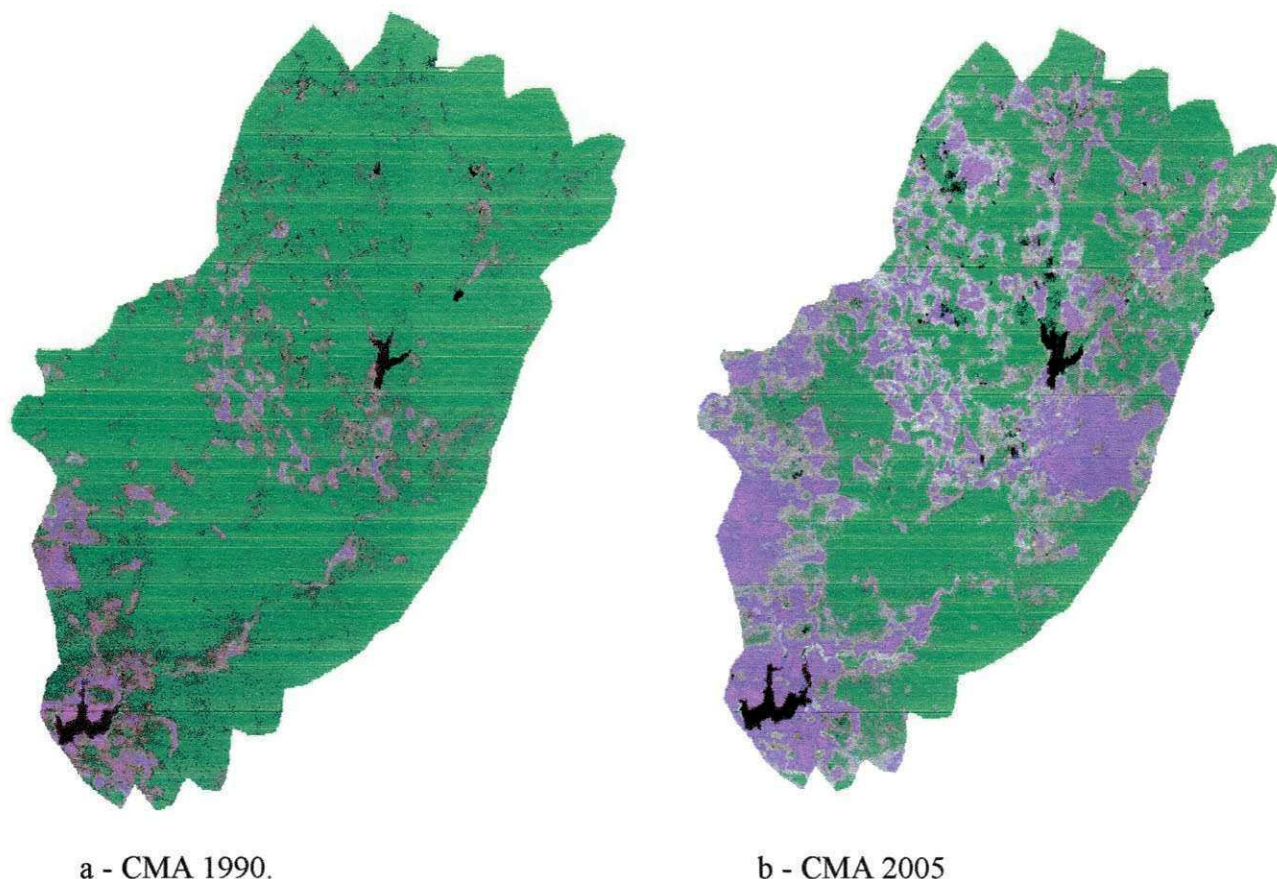


Figura 33. Composição multiespectral ajustada da área da microbacia do açude Soledade

A análise comparativa entre as composições multiespectrais ajustadas permite afirmar que a cobertura vegetal sofreu expressiva redução no período compreendido entre os anos de 1990 e 2005. De acordo a Figura 33 a e b, através de estudo espaço-temporal realizado utilizando o software SPRING versão 5.1.5, constatou-se que ocorreu um aumento de 25,17% das áreas de solo exposto no decorrer de 15 anos, visto que em 1990 essas áreas representavam 20,54% da microbacia ($61,34\text{km}^2$), passando a representar em 2005 27,45% ($81,66\text{km}^2$) da referida área, equivalendo dizer que houve um incremento linear de $135,69\text{ ha.ano}^{-1}$. Fato bastante preocupante em função das altas vulnerabilidades encontradas para a região. A seguir, é descrita detalhadamente a dinâmica dos fatores que reforçam essas afirmações.

A superexploração da vegetação nativa para ser usada em cerca na forma de morões, estacas, vara, além da lenha utilizada para uso doméstico, citada anteriormente, e também a retirada para servir como fonte de energia (lenha) para atividades industriais (panificação, cerâmica, etc), é uma prática de exploração extrativista que, quando

manejada incorretamente, é destrutiva e contribui direta ou indiretamente para a exaustão do solo e contaminação hídrica. É inegável que a vegetação desempenha várias funções socioeconômicas importantes, tais como abastecer a indústria madeireira com produtos para consumo, prover as comunidades locais de produtos florestais não-madeireiros e oferecer às comunidades que vivem na zona rural oportunidades de manter suas formas tradicionais de sustento. Também é consensual que a mesma proporciona bens e serviços ambientais, ao atuar como escudos contra desastres, ao assegurar a proteção de bacias hidrográficas, a preservação da biodiversidade e ao evitar a erosão do solo e servir com sumidouro para o dióxido de carbono (PNUMA, 2004; MMA, 2004; SANTOS & CÂMARA, 2002).

Olhando sob esta ótica, a supressão indiscriminada da vegetação impacta gravemente uma região que, em função de sua retirada, se perdem fontes vitais de alimento, combustível, materiais de construção, remédios, áreas para a pastagem de bovinos e caprinos. Além de destruir habitat, exterminar espécies, expor o solo e animais ao vento, à luz do sol, à evaporação e à erosão, também existem evidências que demonstram que o desmatamento extensivo provoca mudanças climáticas (BASTOS & FREITAS, 2007), bem como contribuem para acelerar a sedimentação em açudes e rios, e são causas de enchentes graves, além de contribuir para o rápido aporte de nutriente que deixa de ser incorporado à biomassa para ser rapidamente lixiviado e carregado para corpos hídricos, como foi comprovado pelo clássico e ousado estudo conduzido em grande escala por Likens et al nas décadas de 60 e 80, em pequenas bacias hidrográficas nas florestas de Hubbard Brook sobre o fluxo de nutrientes a partir de um experimento que comparou o balanço nutricional entre uma bacia hidrográfica em que todas as árvores foram retiradas e outras cinco não perturbadas. Este trabalho permitiu aos autores concluir que dentro de poucos meses após a derrubada das árvores da bacia de drenagem, as consequências foram evidentes na água do riacho onde a exportação de substâncias inorgânicas dissolvidas, a partir do reservatório alterado, cresceu 13 vezes em relação à taxa normal, demonstrando que a supressão da vegetação e a mudança no uso da terra provocam alterações drásticas nas concentrações de nutrientes de determinado recurso aquático.

Os ecossistemas naturais possuem sistemas de armazenagem, transferência e distribuição de nutrientes que se encontram naturalmente em equilíbrio dinâmico. Uma rápida perturbação em um dos componentes desses mecanismos de entrada ou saída, pode trazer consigo resultados desastrosos, tanto do ponto de vista socioeconômico quanto

ecológico. Durante os trabalhos de campo foi constatado que a vegetação nativa vem sendo largamente suprimida, conforme evidenciado pela Figura 34 a, b, c, e d onde se pode ver que armazenamentos são encontrados comumente em vários pontos desta bacia, este tipo de prática, além de ser ilegal, pode futuramente comprometer as funções ecológicas do bioma caatinga.

De forma geral, diversos trabalhos realizados por alunos de pós-graduação no curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande como os desenvolvidos por Duarte (2008) no Município de Taperoá, Alencar (2008) nos Municípios de bacia do alto rio Sucuru, Sousa (2007) nos Municípios de Boa Vista, Cabaceiras, São João do Cariri, São Domingos do Cariri e Itaporanga, todos realizados no Estado da Paraíba, mostram que na região Nordeste a destruição do bioma Caatinga faz parte da cultura desta região.

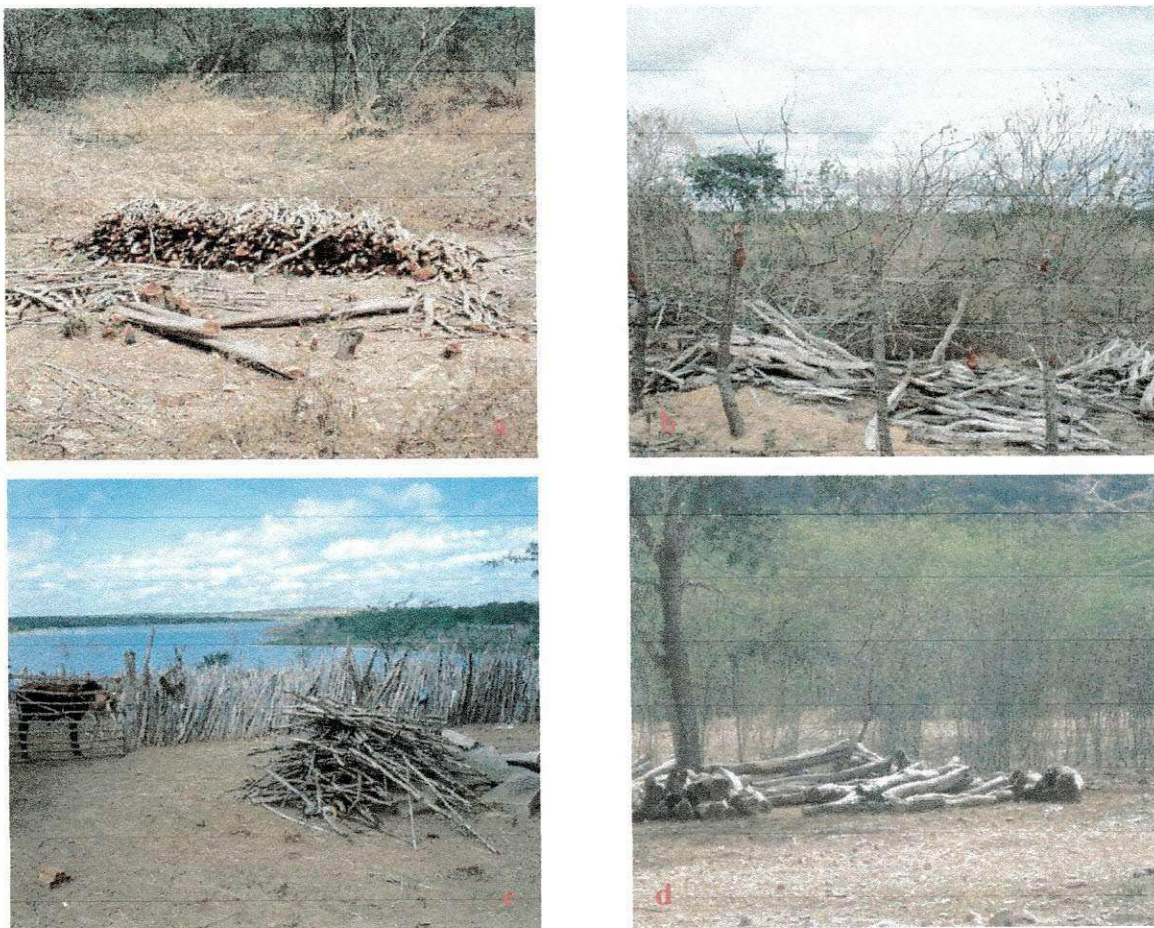


Figura 34. Exploração da vegetação nativa para ser usada em cercas, na forma de morões, estacas, varas nos municípios de Soledade e Olivedo

As queimadas anuais ainda se constituem numa prática arraigada e generalizada no Nordeste brasileiro, especialmente nas áreas dotadas de solos mais escassos, como aquelas que, durante muito tempo, foram ocupadas com o cultivo de espécies arbóreas ou por outras culturas que foram estabelecidas em solos exauridos pela erosão ou pelo pastoreio excessivo, fato tão corriqueiro nesta região. Nessas condições, as exigências das plantas não são atendidas, ficando praticamente sem nenhuma adubação e a produtividade passa a depender quase que exclusivamente dos resíduos das cinzas das queimadas que fornecem por curto período os já escassos nutrientes requeridos para a agricultura e formação de pastagens. Sabe-se que tal procedimento não é endógeno somente a esta região mas ocorre frequentemente em diversas partes do globo terrestre, em cultivo praticado por pequenos agricultores, ou em sistemas de produção altamente intensos, como por exemplo: no cultivo da cana de açúcar, nos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e São Paulo, dentre outros. Esta prática é normalmente utilizada para diversos fins, movida por interesses distintos, como: limpeza de áreas, preparação de colheita, renovação de pastagem, queima de resíduos, para eliminação de pragas e doenças, etc. (MMA, 2004; PNUMA, 2004). No entanto as queimadas geram impactos ambientais em escalas locais e regionais, que afetam diretamente as características físico-químicas (perda de nutrientes por volatilização, arraste) e biológicas dos solos, alteram composição química da atmosfera, reduzem a biodiversidade, principalmente, a microfauna e a microflora, também debilitam a saúde humana através de problemas respiratórios e alergias, dentre outros. Além de desestruturarem e deixarem os solos compactos, desnudos, desidratados e desprovidos de matéria orgânica, inviabilizam a humificação, ficam expostos à ação dos raios solares, a atuação dos ventos e a violentos processos de erosão hídrica, que se manifestam por início das chuvas, seguidos do assoreamento e eutrofização de recursos hídricos. Enfim, aceleram processos de desertificação.

Esses procedimentos, no entanto, têm contribuído para reduzir a biodiversidade da Caatinga (Figura 35). Segundo (Sousa, 2008), associados a essas atividades, os resultados de seu estudo indicaram a existência de vários núcleos de desertificação para os municípios de São João do Cariri, Itaporanga, Cabaceiras, Boa Vista e São Domingos, todos relacionados ao nível de degradação das terras muito grave.



Figura 35. Aspecto da vegetação queimada para agricultura e pastagens

Outro indicador que exerce forte pressão na qualidade das águas é a erosão dos solos, que é responsável pela remoção das camadas superficiais férteis, através de processos de desagregação, transporte e deposição, que ocorrem naturalmente em função da interação de vários agentes como: clima, topografia, material de origem, biota, tempo, gravidade, etc. fatores dos quais também dependem o equilíbrio dinâmico dos solos. Além das variáveis acima, se deve acrescentar a ação antrópica, uma vez que o ser humano é detentor de grande capacidade de interferir neste processo encurtando-o ou acelerando seus efeitos e duração. Todos esses fatores em conjunto determinam a extensão e o grau de severidade dos processos erosivos, que ocorrem em dada área. Assim as variações de cada um desses fatores condicionantes e a interação entre eles determinam as alterações no tipo e intensidade da erosão, que podem variar de pequenas ravinas a grandes voçorocas. Apesar de ser tão antiga como a Terra, a erosão antrópica é, na concepção de inúmeros autores, a principal causa de degradação dos solos agrícolas no Brasil, sendo-lhe indiscutivelmente atribuída, a capacidade de transformar áreas cultivadas em áreas improdutivas ou economicamente inviáveis.

Os prejuízos socioeconômicos e ambientais advindos da erosão antrópica são bastante elevados, uma vez que a erosão dos solos reduz a capacidade produtiva das terras, se traduzindo em custos de produção mais elevados e, conseqüentemente em menores lucros para os produtores, bem como em assoreamento, eutrofização de rios e soterramento de matas também figuram entre os impactos ambientais decorrentes da erosão acelerada do solo. Pode ainda esta interferir na qualidade das vias de deslocamento, dificultando o acesso de moradores das zonas rurais à educação, à saúde e a centros comerciais.

É fato consensual, que a erosão superficial hídrica, é uma das principais formas de perda de solos, e que além das partículas de solo, o escoamento superficial transporta nutrientes, matéria orgânica, sementes e agrotóxicos (Bertoni & Lombardi Neto, 1990). Este fenômeno leva ao empobrecimento do solo no local de origem da erosão e, além de causarem prejuízos à produção agropecuária, poluem os recursos hídricos, especialmente as águas superficiais (eutrofização e assoreamento), fora do local de origem da erosão (Daniel et al., 1994; Pimentel et al., 1995), resultando em vultosos prejuízos ambientais e econômicos.

Durante os trabalhos de campo realizados na área foi registrada a formação de grandes processos erosivos de origem antropogênica conforme demonstra a Figura 43 a, b, c e d que representam um agravante para os processos de degradação que acomete grande parte do território do Estado da Paraíba, principalmente por se tratar de solos rasos altamente vulneráveis a processos erosivos, que sofrem intenso manejo por superpastoreio. Soma-se a isto à alta vulnerabilidade dos solos e a total ausência de vegetação.

A erosão nesta área é um elemento visível com suas marcas bem nítidas, onde se percebe que devido a este processo o semiárido vai perdendo sua capacidade, ainda que mínima, de armazenagem de água no solo e subsolo. E a cada estação, o processo de erosão remove as finas camadas de solo ainda existentes. As figuras apresentadas na sequência 36 a, b, c e d ilustram com nitidez os efeitos e as condições atuais do meio físico na região do açude Soledade, onde foram identificados sérios problemas de degradação, como processos erosivos com a formação de sulcos evoluindo para voçorocas, possivelmente causados por violentos escoamentos superficiais, aliado, à alta erodibilidade dos solos e à inexistência de uma política de conservação.



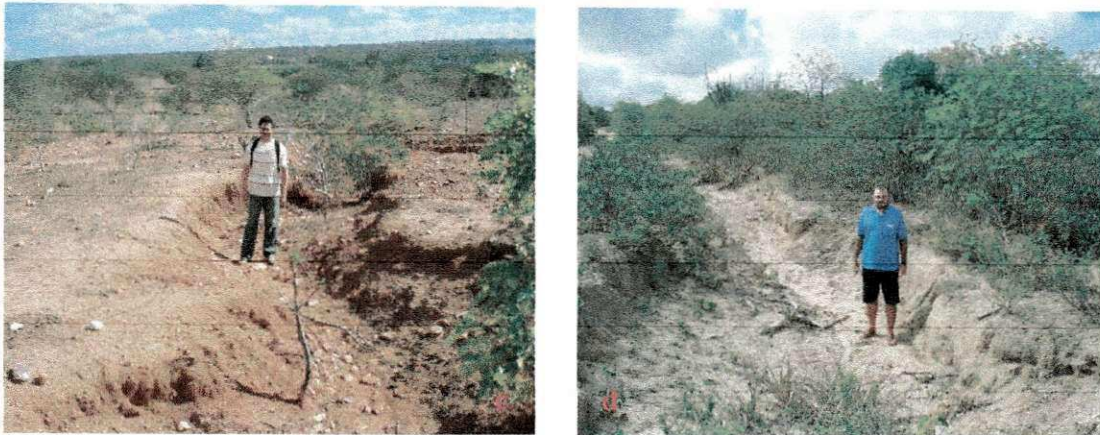


Figura 36: Processos erosivos ativos (sulcos e voçorocas) comprometendo a infraestrutura ao longo de todo o açude

Processos como os acima citados, além de comprometerem a infraestrutura hidrológica da região, também geram inúmeros impactos negativos para os recursos ambientais, particularmente para os recursos hídricos, como redução do volume acumulado consequentemente redução da vazão, elevação dos valores de turbidez, danos à biodiversidade com araste e soterramento de microorganismos aquáticos, que servem de alimento para os peixes, importante recurso e fonte de proteína para a população das áreas que ficam próximas a este recurso ambiental, situação que ocorre em Soledade onde grande número de famílias recorre ao açude para obtenção de alimento. Resultados encontrados por outros autores ratificam essas observações, como por exemplo, a pesquisa desenvolvida por Rosa (2005), no açude Namorado, em São João do Cariri-PB, onde o autor registrou, através do monitoramento em vários pontos da bacia e sub-bacias, que os processos erosivos ocorridos ao longo de 69 anos foram responsáveis pela redução do volume de água através da sedimentação de uma camada de 1,51m de solo o que é equivale a um incremento de 2,18 cm de sedimento ao ano e pelo trabalho desenvolvido por Guimarães (2007), em que os resultados de uma análise comparativa entre os dados da batimetria automatizada com os dados topográficos do projeto inicial mostraram que, o assoreamento do reservatório Cachoeira dos Alves, situado no município de Itaporanga – PB, desde a sua construção, em 1984 até 2006, foi responsável por uma redução de 1.775.833 m³ em sua capacidade de armazenamento.

Práticas agrícolas inadequadas associadas às condições climáticas, bem como outros fatores subjacentes anteriormente mencionados são causas de degradação dos solos na bacia do açude Soledade. Atualmente, em razão da ampliação de áreas para a

agropecuária, nesta bacia faz parte da paisagem a presença de extensas áreas de solos desnudos que ficam expostos durante alguns meses do ano, permanecendo assim à ação da insolação, dos ventos secos e quentes, bem como das primeiras chuvas, fatores que incrementam fortemente a erosão hídrica, o depauperamento do solo, o assoreamento dos cursos e corpos d'água. Conforme pode ser observado através das Figuras 37 a, b, c e d que ilustram situações da alta vulnerabilidade dos solos resultados desastrosos de intervenções ecológicamente inadequadas sobre o meio ambiente. Quadro que poderia ser evitado ou minimizado, se um sistema de gestão integrado fosse implantado ou algumas medidas simples, como manter parte da cobertura vegetal natural, fossem adotadas.

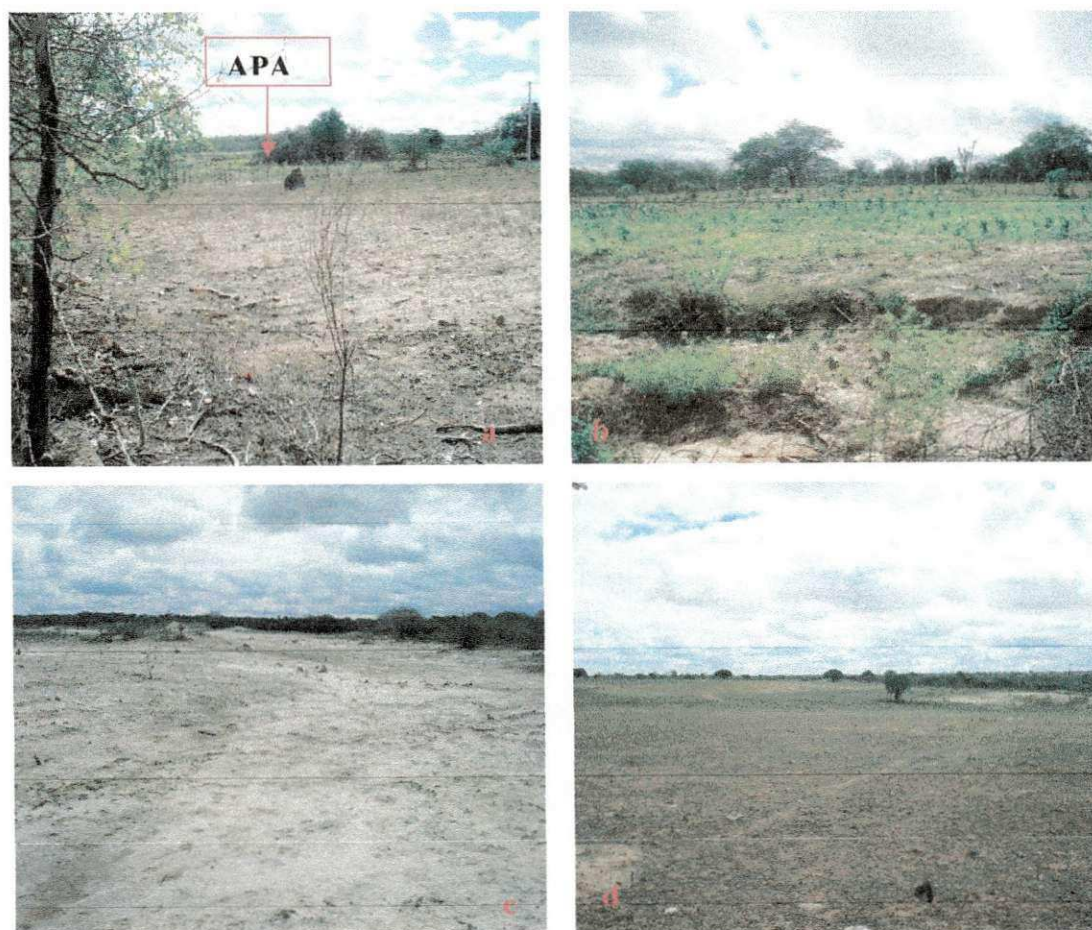


Figura 37. Extensas áreas de solos desnudos evidenciando manejo inadequado

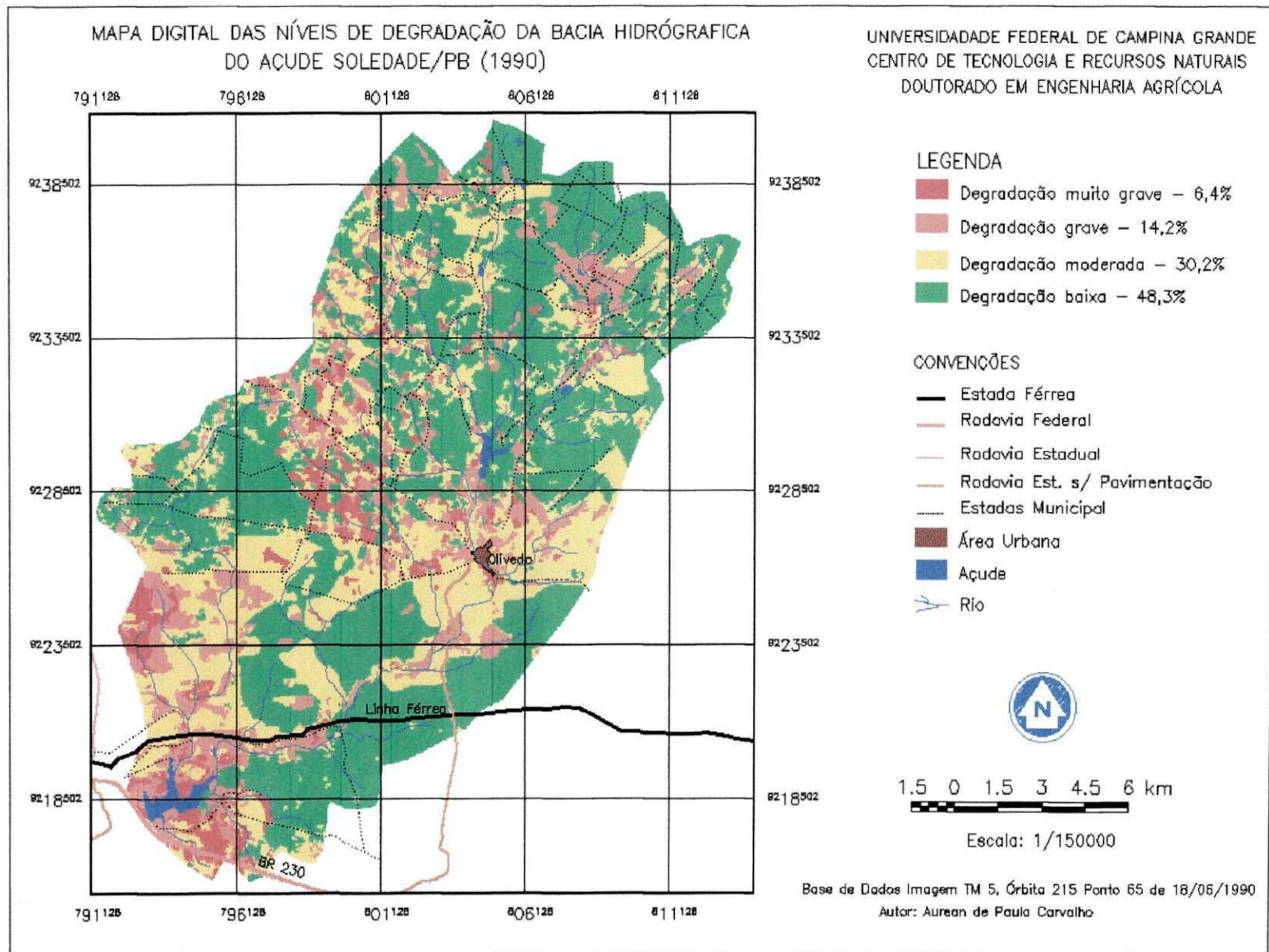


Figura 38. Mapa dos níveis de degradação das terras da bacia hidrográfica do Açude Soledade (2005)

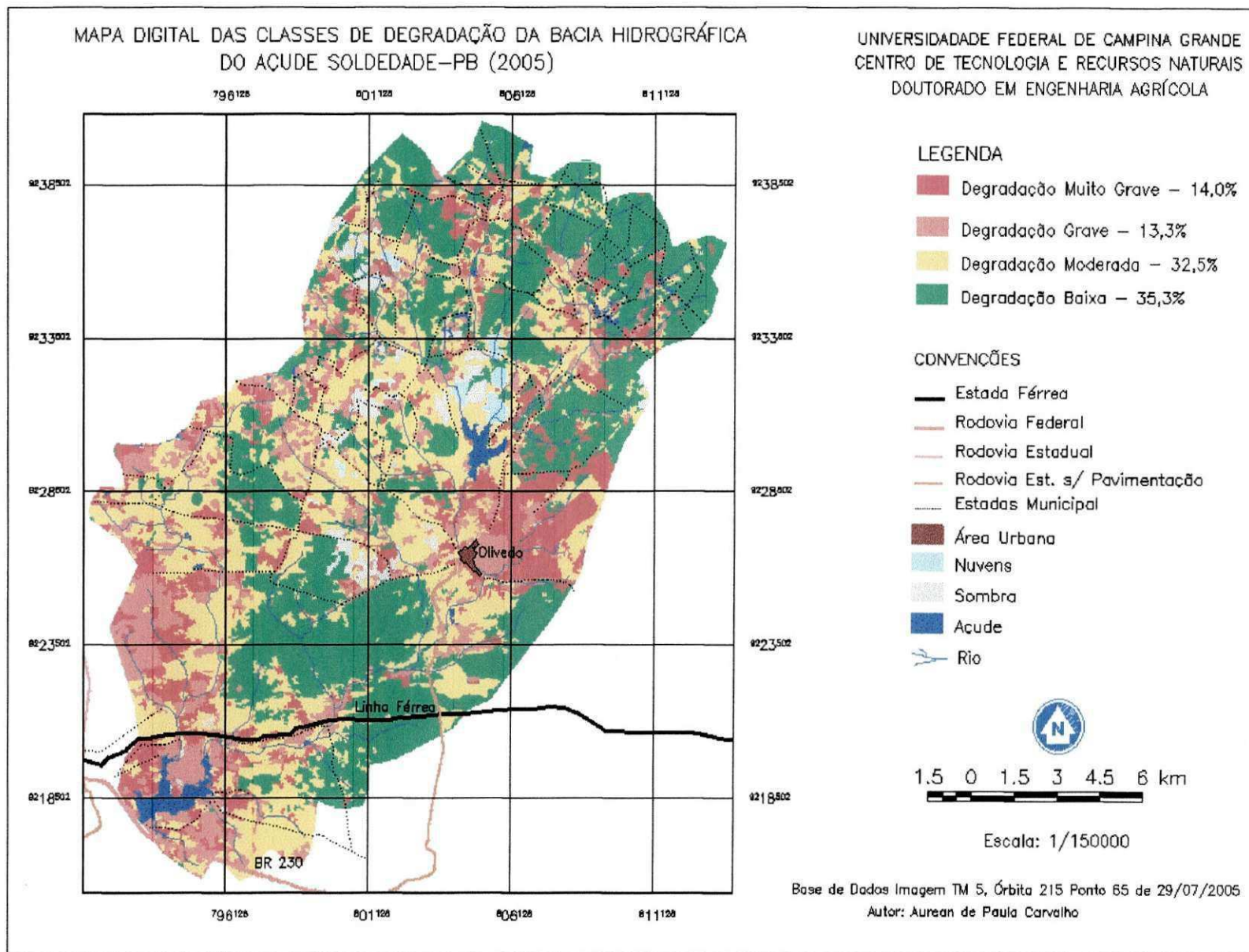


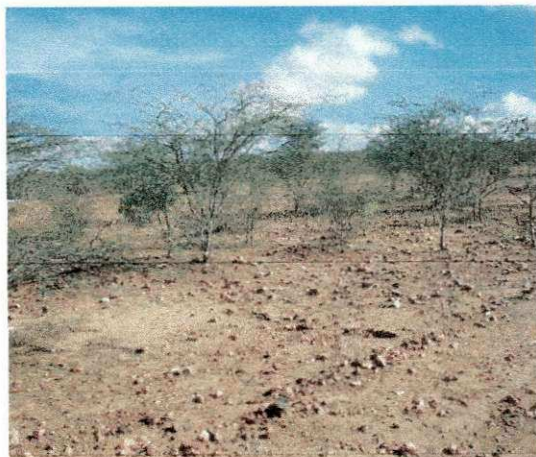
Figura 39. Mapa dos níveis de degradação das terras da bacia hidrográfica do Açude Soledade (2005)

Os dados para classificação dos níveis de degradação foram obtidos a partir da imagem do satélite Land Sat 5 nos anos de 1990 e 2005 através de estudo espacial-temporal realizado utilizando software SPRING, versão 5.1.5, e fotointerpretação, auxiliada pelos trabalhos de campo, registros fotográficos, e entrevista com a comunidade local, ao longo dos anos de 2008, 2009 e 2010. Utilizando técnicas de processamento digital foi possível confeccionar os mapas de degradação da bacia em estudo (Figuras 38 e 39), bem como quantificar as áreas por nível de degradação. Neste trabalho, foram definidos quatro níveis de degradação ambiental: baixa, moderada, grave e muito grave, conforme descrito na metodologia.

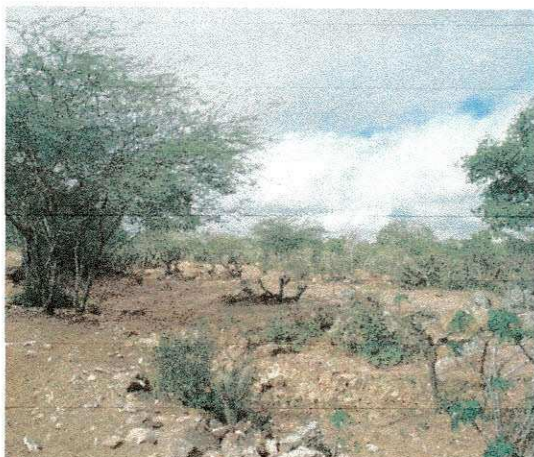
6.6.1. Nível Muito Grave

As áreas classificadas como muito grave apresentaram cobertura vegetal caracterizada por uma vegetação que variou de rala a inexistente, representada por pioneras como a malva, jurema (*Mimosa hostilis* Benth.), cactáceas, como o xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley), algaroba (*Prosopis juliflora*) e coroa de frade (*Melocactus* sp.).

Em geral, essas áreas apresentam alta incidência de solos desnudos e pedregoso, com afloramento de rochas, processos erosivos (sulcos e voçorocas), ausência de detritos orgânicos (Figura 40 a, b, c e d), expostos pela ação das intempéries. Também foi evidenciada baixa densidade populacional nessas áreas, através da existência de várias casas abandonadas, revelando elevado êxodo rural em decorrência da alta vulnerabilidade das terras, que inviabilizou o desenvolvimento de práticas agrícolas nessas áreas.



(a) – 07° 04'133"S e 36°19'410"W



(b) – 07° 00'102"S e 36°20'720"W



(c) – 07° 04'133"S e 36°19'410"W

(d) – 06° 58'546"S e 36°17'713"W

Figura 40. Aspecto da vegetação área de degradação muito grave e solo exposto com alta pedregosidade

Em 1987 este nível de degradação representava uma área de 18,71km² da bacia em estudo, que correspondia a 6,4 %; passando, em 2005, a representar uma área de 41,93 km² (14,0%) e um incremento para o processo de desertificação que assola parte do território paraibano.

6.6.2. Nível Grave

Constatou-se que, em 1990, as áreas representativas do nível de degradação grave correspondiam a 14,2% da bacia em estudo, no entanto em 2005 foram reduzidas para 13,3%, possivelmente, essa redução ocorreu, em função do aumento das áreas de degradação muito graves, uma vez que antigas áreas de degradação grave tiveram seu nível de comprometimento elevado, passando a partir deste momento a incrementar os valores de degradação muito grave, isso se deu, possivelmente, devido a maiores pressões exercidas por atividades que deixam vestígios ciclóticos como: agricultura e a pecuária tão comuns nesta área.

Verificou-se que este nível de degradação caracteriza-se, predominantemente, pela presença de pequenas propriedades, com alta densidade populacional, onde os solos agrícolas estão desprotegidos, apresentando pouca ou quase nenhuma cobertura orgânica.

Constatou-se, ainda, que nestas áreas a vegetação natural ocupa as partes mais elevadas e encostas do relevo, tendo como representantes mais expressivos a jurema (*Mimosa hostilis* Benth.), o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell Arg.) e a algaroba. É comum se encontrar, nestas áreas, a vegetação arbustiva intercalada com áreas de vegetação muito rala e aberta, manchas de solo exposto, com pedregosidade variando de média a alta.

Nas Figuras 41 a, b, c e d pode-se observar uma área representativa deste nível de degradação encontrado na microbacia. Nesta área identifica-se solo exposto com fertilidade altamente comprometida, pedregosidade considerável, erosão laminar evoluindo para sulco. Em geral o relevo varia de plano a ondulado, sendo comum a utilização das áreas mais baixas para pastagens e agricultura de sequeiro.



07° 00' 102''S e 36°20' 780''W



07° 00' 854''S e 36°15' 063''W

Figura 41. Aspectos da vegetação no nível de degradação grave e área usada para bovinocultura

6.6.3. Nível de degradação Moderado

Estas áreas ocupavam, em 1990, uma área total equivalente a 30,2% da bacia estudada, contudo ao longo de quinze anos passaram a representar um novo percentual de 32,5%. Este respectivo incremento se deve, possivelmente, a redução ocorrida nas áreas de degradação baixa, que em decorrência de manejos errados passaram a integrar, no decorrer deste período, este outro nível de degradação. Baseado nas informações obtidas em trabalho de campo pode-se afirmar que este nível de degradação caracteriza-se por média densidade populacional, vegetação arbustiva com presença de alguns exemplares arbóreos, que a agricultura e a pecuária de pequeno porte são intensamente desenvolvidas, normalmente, de modo arcaico, desprovidas totalmente de práticas de conservação de solo.

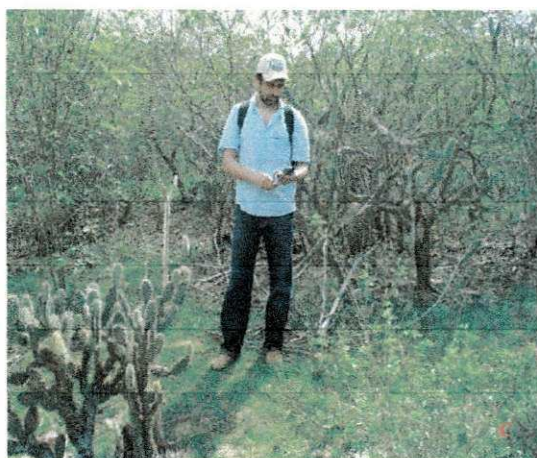
As Figuras 42 a, b, c e d apresentam aspectos inerentes à classe de degradação moderada na área estudada. É possível constatar a presença de culturas de subsistência em diversos pontos referentes a este nível de degradação, para o qual se observou que a vegetação apresenta densidade média, presença marcante de arbusto de porte médio representada fundamentalmente por marmeleiro (*Croton pyramidalis*), catingueira (*Mimosa hostilis*), jurema (*Mimosa hostilis* *enth.*) e a presença isolada de algumas espécies arbóreas como: pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.r All.), angico (*Anadenanthera columbirina*), macambira (*Bromelia laciniosa*), facheiro (*Cereus squamosos* Guercke) e algaroba e além de algumas espécies de cactáceas.



06° 59'773''S e 36°19'189''W



06° 58'480''S e 36°15'914''W



07° 04'118''S e 36°16'857''W



07° 05'285''S e 36°17'889''W

Figura 42. Uso dos solos no nível de degradação moderada

6.6.4. Nível de degradação Baixo

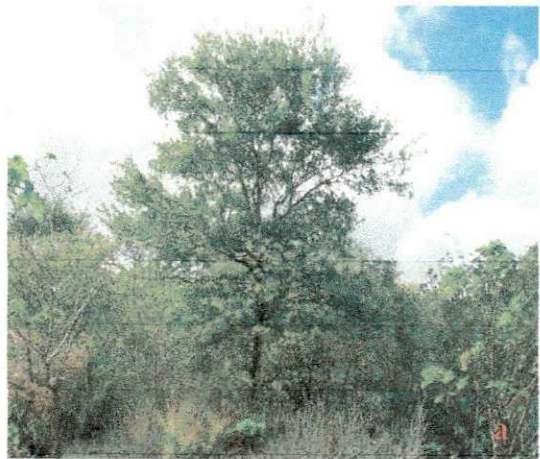
Este nível é caracterizado pela baixa presença, ou quase inexistência, da interferência antrópica, a ponto de comprometer a sustentabilidade ecológica dos recursos naturais. Na bacia estudada foram consideradas, como melhores representantes deste nível, área de elevada densidade da vegetação, presença de herbáceas, gramíneas, macambira e presença de detritos orgânicos nos solos altamente importantes para ciclagem de nutrientes, baixa densidade e reduzido grau de intervenção antrópica.

Em 1990 ocupando uma área de 144,23 km² (48,3%) encontravam-se as terras classificadas como pertencentes a este tipo de degradação, destacadas nas Figuras pela tonalidade amarela. A partir da análise feita no mapa de degradação do ano de

2005 observou-se que para a área de estudo houve uma redução expressiva para este nível de degradação que passou a ocupar uma área de 105,33 km² (35,3% da bacia). Foi constatado ainda, que foram desmatados 38,90 km² correspondendo a uma taxa de desmatamento em relação a área da bacia de 0,87% ao ano, o que nos permite dizer que, 2,59 km², da área total preservada, são degradados todos os anos para ampliação de áreas a serem usadas para a agricultura, pecuária ou simplesmente em função da extração da vegetação para fins energéticos, tanto para o setor domiciliar quanto para os setores industrial e comercial, prática bastante recorrente nesta região e bastante constatada durante os trabalhos de campo. Considerando que esta taxa de conversão (degradação) seja mantida, em pouco menos de 41 anos toda a área representada hoje, pela degradação baixa, passará a representar outro tipo de degradação.

Nessas áreas foi constatado que a vegetação varia de semi-densa a densa de porte arbustivo de médio a alto, representada por pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), catingueira (*Caesalpinia yramidalis* Tul.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell Arg.), jurema (*Mimosa hostilis* enth.), jurema branca (*Pithecolobium dumosum*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.r All.), angico (*Anadenanthera columbirina*), algaroba (*Prosopis juliflora*) e outras espécies remanescentes, caracterizadas pelo baixo antropismo e baixa densidade populacional. As Figuras 43 a, b, c, e d apresentam os aspectos dessas áreas de degradação baixa para a estação seca, cujo solo mostra-se coberto por detritos orgânicos, uns dos fatores essenciais para a sustentação vegetal e proteção do solo contra processos erosivos incipientes.

No estudo foi constatado que houve evolução da degradação das terras ao longo da área estudada, no período de 1990 a 2005. Este aumento da degradação, sendo em parte, atribuído à agropecuária que visivelmente avança sobre esta área, sendo desenvolvida sem um plano de manejo ecologicamente correto, totalmente desprovida de práticas de conservação de solo, fator que aliado à seca se constitui em forte ameaça para a sustentabilidade dos recursos naturais desta área, especialmente do bioma Caatinga.



07° 03'480"S e 36°17'034"W



07° 04'347"S e 36°17'801"W



Figura 43. Vegetação densa no nível de degradação baixa

6.7. PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Neste estudo, as relações que os entrevistados têm com o meio ambiente foram avaliadas a partir de suas respostas referentes às temáticas meio ambiente, recursos hídricos, vegetação ciliar, informação sobre questões ambientais, por serem consideradas categorias relevantes para compreensão de alguns processos inerentes a relação homem/ambiente. Para tanto se buscou o estabelecimento com outros grupos de variáveis na tentativa de compreender as atitudes e ações desta comunidade. Partindo desta perspectiva, foram aplicados sessenta e dois (62) questionários à população que reside nas áreas próximas ao açude de Soledade. Nesta pesquisa as questões de 01 a 04 serviram para caracterização do entrevistado, ensejando garantir a validade das entrevistas. Também foi

adotado nas questões abertas, como um dos procedimentos analítico, o agrupamento das repostas dos entrevistados em categorias, tendo como critério a semelhança.

6.7.1. Distribuição por tempo de residência

Um dos aspectos do presente estudo se referiu à determinação da percepção da população ribeirinha acerca dos impactos que vêm acontecendo ao longo dos anos nesta área da bacia. Nesta acepção, considerou que o tempo de residência no local além de fornecer informações sobre a dinâmica da população é uma das variáveis que pode influenciar a forma como os indivíduos se relacionam com ambiente em que vivem, visto que nossos juízos e valores não são neutros e, sim, na maioria das vezes, contém uma carga muito grande de sentimento. Os resultados obtidos mostram que na área estudada uma grande parte população ribeirinha (86%) reside há mais de 21 anos na área estudada (Figura 44).

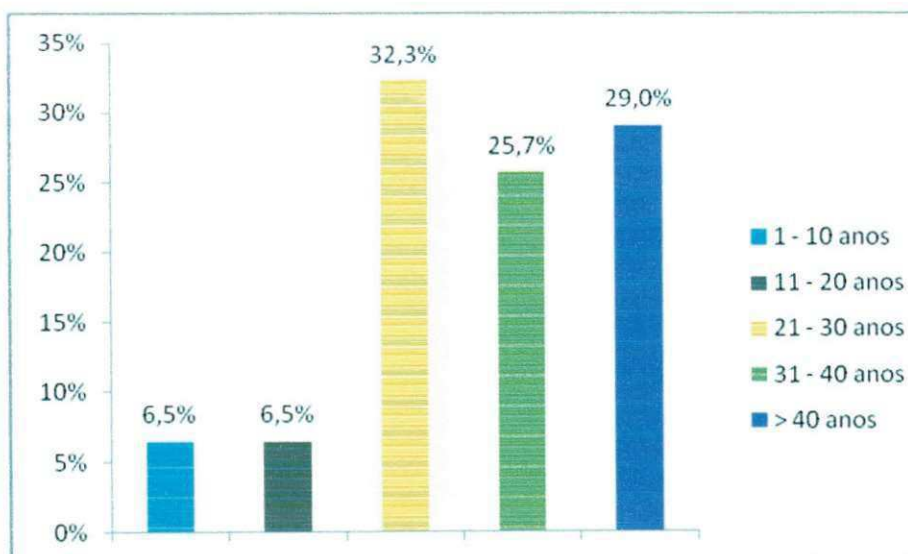


Figura 44. Distribuição por tempo de residência

6.7.2. Distribuição por gênero

A pesquisa identificou os entrevistados por gênero com o intuito de observar se o gênero dos entrevistados influenciaria em suas respostas. No grupo formado por um total de 62 entrevistados, a maior parte foi do gênero feminino, conforme está representada na

Figura 45. De certa forma, isto reflete uma tendência cultural acentuada nos últimos anos onde as mulheres estão assumindo papéis que, anteriormente, ficavam a cargo apenas dos homens.

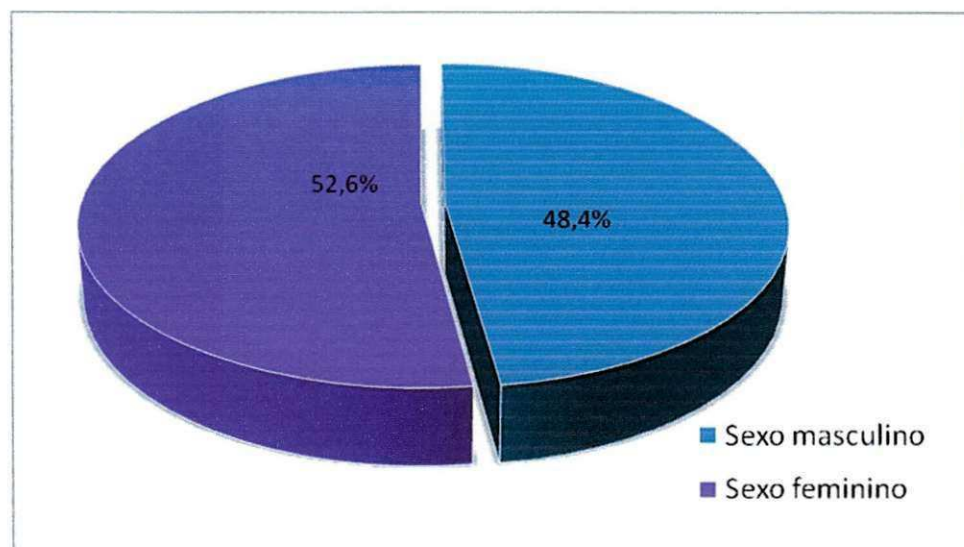


Figura 45. Distribuição por gênero

6.7.3. Distribuição por faixa etária

A faixa etária dos participantes foi abordada na questão 3 e variou entre 21 e 73 anos, para um melhor agrupamento estatístico, a idade dos entrevistados foi dividida em quatro intervalos, descritos na Figura 46.

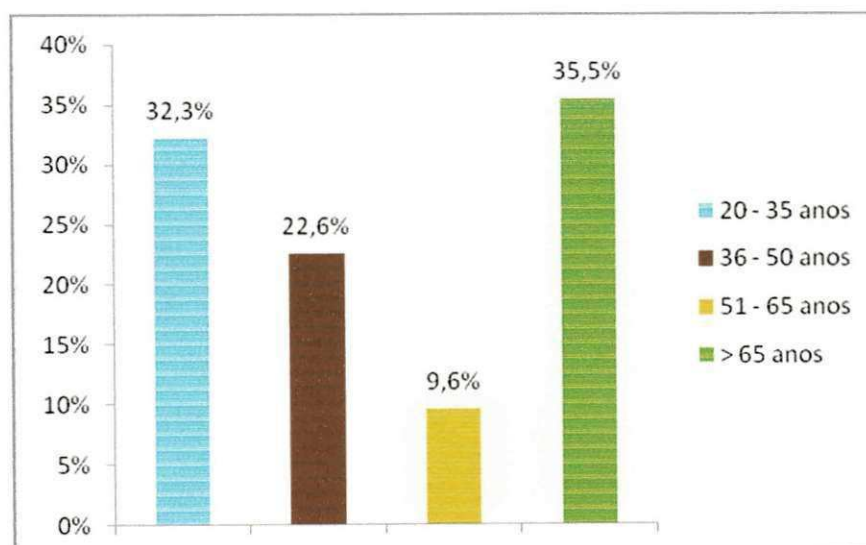


Figura 46. Distribuição por faixa etária

6.7.4. Distribuição por nível de escolaridade

Considerando que o nível de escolaridade é uma informação básica para o País que ainda conta com um considerável número de analfabetos (IBGE, 2002) dado este que foi constatado nesta pesquisa, bem como, que determinadas atitudes podem sofrer influência do grau de instrução institucional que tem determinado indivíduo, procurou-se neste trabalho conhecer e classificar a população por nível educacional, na tentativa de compreender se havia ou não relação entre escolaridade e a percepção ambiental dos entrevistados. Vale acrescentar que também é importante o conhecimento dos níveis de escolaridade de determinada população, em níveis geográficos pequenos, como por exemplo, em uma microbacia hidrográfica, para implementação de políticas públicas direcionadas e efetivas. Da população entrevistada, 32,25% se declaram analfabetos (Figura 47).

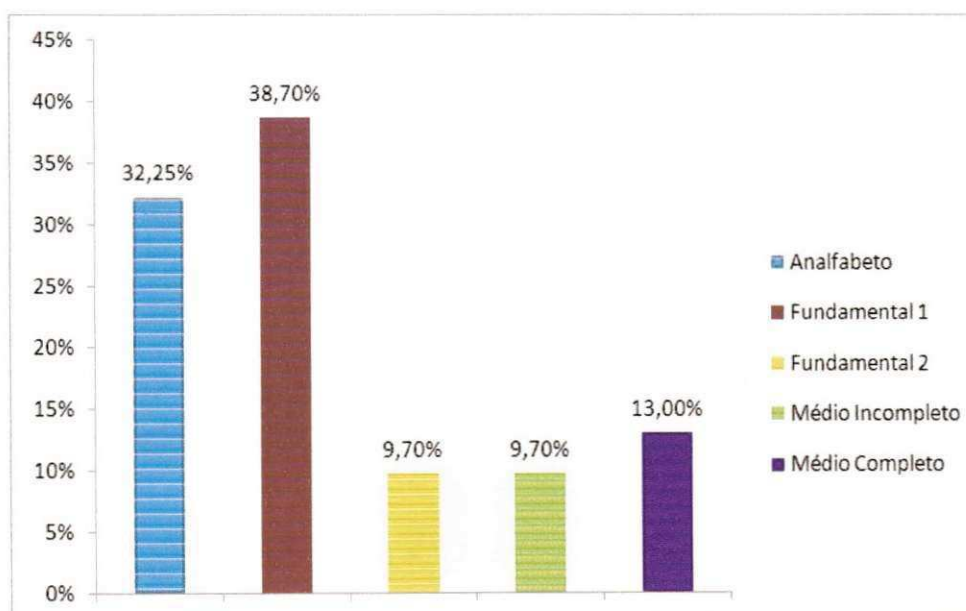


Figura 47. Distribuição por nível de escolaridade

6.7.5. Interesse dos entrevistados pela temática ambiental

Quando questionados “Sobre qual seu interesse pela temática ambiental”, as declarações registradas mostram que 6,5% dos entrevistados tem grande interesse pelo tema, 83,8% pouco e 9,7% que não tem nenhum interesse por este assunto. Pode-se inferir

que seja um mecanismo de fuga, visto que prevalece, em contexto geral, a visão simplista que afasta os atores do processo das discussões que buscam alternativas para solucionar a crise ambiental em que se encontra a humanidade, conforme pode ser visto nas questões seguintes. Quando analisados por gênero, as respostas revelam que os homens foram a maior parcela que afirmou não ter nenhum interesse por assuntos ambientais, isto revela que o sexo feminino apresenta maior sensibilização em relação aos problemas ambientais. Resultados semelhantes também foram obtidos por Carvalho et al (2008) e, mais recentemente, por Carvalho et al (2009), em trabalho realizado sobre a percepção ambiental de estudantes do ensino técnicos de instituição pública federal, em Araguatins-TO, registraram que 58% dos educandos se declararam muito interessado. Costa, Gomes e Ferreira (2010) registraram em seu trabalho sobre percepção para restauração de mata ciliar que 100% dos professores do ensino fundamental em Uberlândia-MG se declararam interessados pela problemática ambiental. Conforme esse dados, é mister a necessidade de implantação de um programa de educação ambiental junto a este segmento, de forma a desenvolver valores e responsabilidades no trato com as questões ambientais, visto que os comportamentos são atitudes, respostas dadas à vida, e as atitudes são posturas culturais, formadas por uma longa sucessão de percepções, das experiências (TUAN 1980).

6.7.6. Meio Ambiente na percepção dos entrevistados

Quando se perguntou: Pensando em Meio Ambiente, descreva a imagem que vem a sua mente. Os resultados de acordo com a Figura 48 mostram que a grande maioria tem a percepção de um ambiente natural, místico, sem a presença humana, sendo algo distante, externo aos seres humanos que nele vivem. Isso demonstra que os entrevistados possuem uma visão naturalista e pueril sobre o meio ambiente, o que exclui, ou desconsidera as dimensões social e econômica, o ambiente construído e suas inter-relações, revelando, ainda, o aspecto de síntese excessiva daquilo que é objeto de análise, já que não consideram a complexidade das relações quando enquadra o homem como um componente do meio, indicando ausência de informações, estratégia ideológica, que mistifica e afasta a natureza da sociedade. Como pode ser observado as respostas dos entrevistados, na maioria das vezes, relacionaram o conceito a um ambiente natural: *árvores, água, paisagem, desmatamento, animais, açude com peixes, a floresta.*

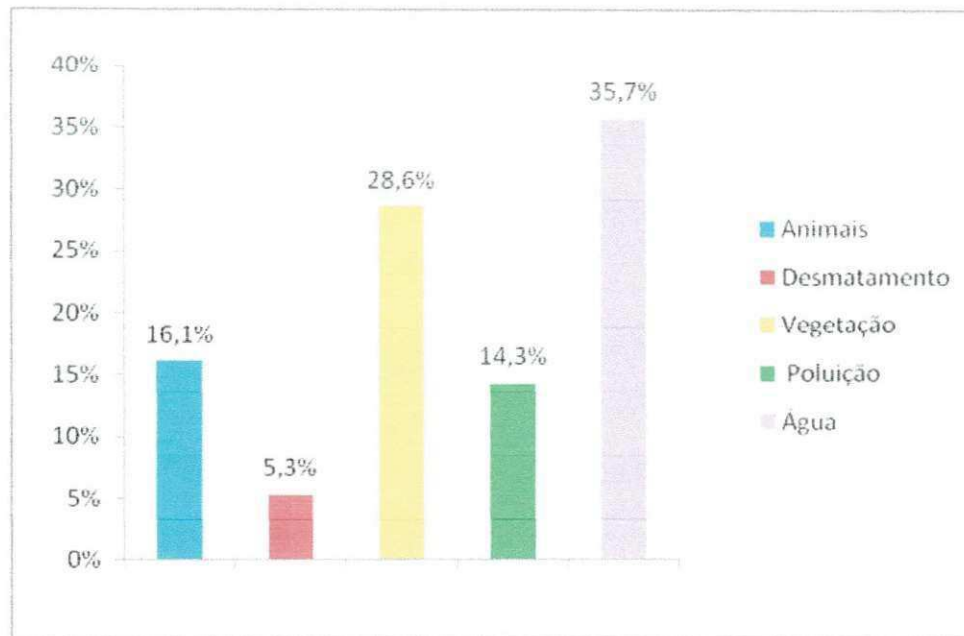


Figura 48. Pensando em Meio Ambiente, descreva a imagem que vem a sua mente

Para esses participantes, o meio ambiente está relacionado à natureza, ao seu dia-a-dia, a coisas tangíveis com as quais têm contato. Frases transcritas estão carregadas de representações que reproduzem a maneira como a população se relaciona e enxerga o açude. Nas primeiras declarações podemos perceber que para estes participantes o meio ambiente é compreendido como recurso natural, que é representado a partir da visão funcionalista, que é apropriado como matéria-prima, é coisificado e desnaturalizado de sua complexidade ecológica, tornando simplesmente objeto de exploração do capital, é concebido a partir da perspectiva de funcionalidade.

“O açude cheio de Peixe e Piabas, etc.”

“O açude, plantações, etc.”

“Desmatamento forestão Rios poluídos”

Também fica explícita a necessidade (o desejo) da proteção ao mesmo, embora cada um tenha percepções diferentes sobre como fazê-lo. A preocupação com a “proteção” também se manifesta em relação às práticas percebidas como conservacionistas ou danosas:

“O açude, as árvores tudo bem organizado e limpo”

“O açude sem sujeiras, não Jogar náros e lixos dentro do açude”

“Meio ambiente me lembra: não colocar sujeiras nos rios, no açude.”

“Muito verde”

A representação do ambiente como idílica, traz à tona o pensamento de uma natureza harmoniosa, bonita e intocável. Neste sentido, Diegues (1998) afirma que esta leitura é um mito naturalista, que concebe a natureza como:

“áreas naturais intocadas e intocáveis pelo homem, apresentando componentes num estado *puro* até anterior ao aparecimento do homem. Esse mito supõe a incompatibilidade entre as ações de quaisquer grupos humanos e a conservação da natureza. O homem seria, desse modo, um destruidor do mundo natural e, portanto, devia ser mantido separado das áreas naturais que necessitariam de uma *proteção total*”.

Desta forma, podemos afirmar que a leitura de ambiente como místico, natureza intocada é poética não é concreta e sim utópica, de certa maneira tem sua origem fundamentada nas ciências antigas, na religião onde o ambiente (natureza) era percebido como místico, divino. Após analisarmos detalhadamente, entendemos que tais representações não têm lugar na sociedade moderna.

De forma geral, nos resultados encontrados prevalece uma confusão conceitual em que a visão predominante é da natureza mistificada, visão naturalista, na qual o ser humano domina a natureza e é circundado pelo ambiente, sem ser parte integrante do mesmo. Encontramos também elementos predominantes da visão antropocêntrica, imediatista, que segundo essa concepção, o ambiente é visto como o lugar onde se vive, de certa forma, isto impede que o ser humano perceba os problemas ambientais de forma ampla e fomenta uma visão utilitarista, reducionista e até egocêntrica, porque a preocupação fica restrita ao lucro, ao trabalho, impossibilitando desta maneira o despertar de uma consciência globalizada.

Estes resultados são ratificados pelos encontrados em outros estudos sobre percepção ambiental como os desenvolvidos por Silva e Andrade (2001) trabalhando com educandos; Rosa, Leite e Silva (2007), Silva et al, (2002) trabalhando com professores de 10 cidades do Estado da Paraíba, constataram que a maioria da população estudada entende o meio ambiente como algo natural; Costa et al. (2006) investigando a inserção da educação ambiental na prática pedagógica, na visão de alunos dos cursos técnicos integrados do CEFET-RN identificaram, entre outros aspectos, que grande parte dos alunos investigados possui uma concepção de meio ambiente reducionista. Mais recentemente Duarte (2008), também verificou que a concepção de meio ambiente revelada por estudantes de diferentes níveis de ensino, está relacionada com uma visão naturalista e, em

inúmeros outros trabalhos, que têm sido realizados com o intuito de conhecer a concepção de educadores sobre meio ambiente, tais como Maia & Oliveira (2003), Fernandes et al. (2003), Paenti & Oaigen (2003), Camargo & Branco (2003), Oliveira et al. (2007). Todos esses autores enfatizam a necessidade de desenvolvimento de projetos e programas de educação ambiental visto que, de forma generalizada, meio ambiente é representado a partir da visão tradicional naturalista e reducionista.

6.7.7. Importância da vegetação ciliar

Quando perguntados, você acha importante manter a vegetação nas margens do açude, a grande maioria respondeu que sim, conforme pode ser visto na Figura 49.

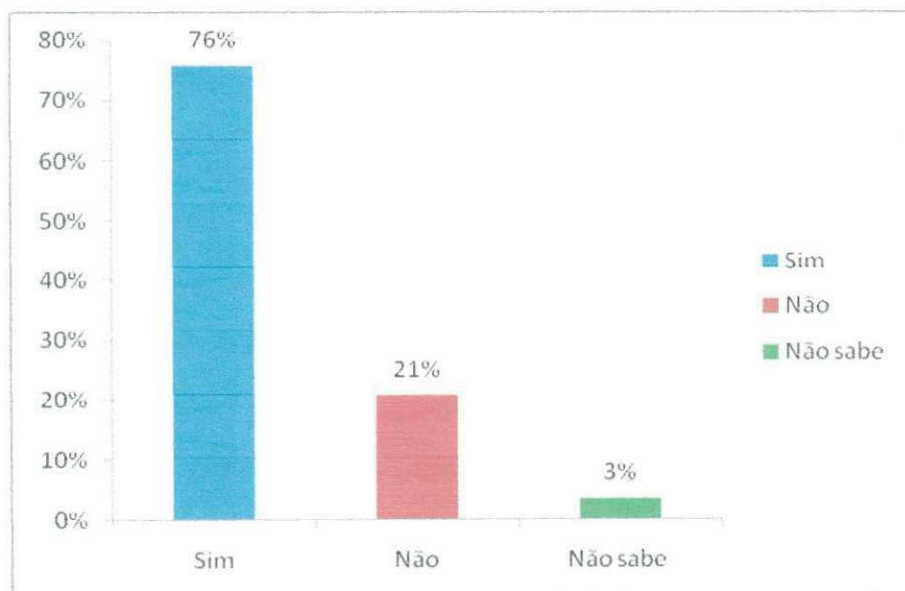


Figura 49. Você acha importante manter a vegetação nas margens do açude

A princípio, poderíamos compreender que isto refletisse o compromisso com a sustentabilidade do recurso hídrico e o nível de compreensão acerca das funções da vegetação ripária, no entanto, quando foi solicitado aos que responderam de forma afirmativa para que justificassem sua resposta, fica nítida a confusão e a falta de compreensão sobre a utilidade da vegetação ciliar, como pode ser visto nas respostas transcritas.

“ Sim – Porque a vegetação nós damos comer aos animais.”

“Sim: Porque nas margens do açude existe Plantação de legumes e frutas.”

“ Sim Porque a vegetação deixa a natureza mais bela. ”

“ Sim – Porque Também tem agricultura de subsistência. ”

“ Sim: Para fazer sombra Pra nós pesca em baixo das sombras. ”

“Sim: Porque Precisamos dos matos Pra sustentação de animais e a planta de legumes Pra nós e a ramagens Pra nossas vacas, caprinos, etc. ”

Quanto aos que responderam de forma negativa, percebe-se que suas respostas estão associadas a expectativas idílicas e pessoais, revelando também a ausência de compreensão da real função de uma vegetação para um recurso hídrico, conforme justificado nas respostas abaixo.

“ Não é importante porque causa sujeiras nas margens do açude. ”

“ Não: Porque tira a imagem do açude. ”

“ Não: Porque estas vegetações prejudica nós pescadores, porque suja as aguas e também fica ruim p/ passar redes de pesa. ”

Nota-se que nas duas categorias de respostas, nenhum dos grupos respondentes compreende a importância da manutenção da vegetação nas margens de um açude, logo que nenhuma das justificativas mencionou aspectos que pudessem ser relacionados com a função de regulação do fluxo de água, de proteção contra a erosão eólica e hídrica, fertilização do solo, de amortecimento do impacto das gotas da chuva, de regulação da velocidade de escoamento das águas superficiais e infiltração das mesmas no solo, favorecendo a recarga do aquífero, dentre outras. Em relação à temática Mata Ciliar, observamos que o termo tem compreensões diversas e imprecisas que podem ser atribuídas às percepções individuais. Segundo Batista (2006), muito além de desempenhar apenas um papel estético, as vegetação têm funções múltiplas que podem contribuir de maneira efetiva na promoção de melhorias na qualidade ambiental. Porém quanto aos benefícios reativos à presença da vegetação marginal além dos citados anteriormente, esta agrega melhorias ambientais e eleva o valor econômico do imóvel, serve de atrativo e de refúgio para a avifauna, meso e mastofauna, fonte de frutos típicos da flora local que propicia alimentos e fonte de renda alternativa.

Interpretamos que nestas declarações repousam as diversas formas de estratégia desenvolvidas pelos sertanejos para representar o meio com o qual interage, que é percebido a partir dos saberes elaborados para enfrentar a diversidade e a vida áspera do nordeste brasileiro. Assim, a retirada da vegetação com o propósito de destiná-la a atividades agropastoris, sobrepondo à função ecologia de manutenção da vida e de

proteção das margens, são condutas vista como normais; no entanto, vale ressaltar que este comportamento tem levado grandes áreas que, antigamente, eram ocupadas por florestas a uma condição altamente degradada. Destaca-se, ainda, que esta visão utilitarista foi bastante enfatizada pela população, demonstrando que os aspectos observados pelos moradores centram-se na funcionalidade do ambiente, na função econômica, que segundo suas avaliações se convertem em curto prazo em bem-estar e lucro.

Borges (2005), em seu trabalho de mestrado, realizado como moradores da área de preservação permanente de nove córregos da cidade de Uberlândia-MG registrou que 84,17% desses moradores consideraram a vegetação importante para a proteção ambiental. Carvalho, Rocha e Missirian (2009), trabalhando com alunos do 6º ano do ensino fundamental de uma Escola Estadual (Caarapó, MS) verificaram que este grupo (74%) compreende e aponta, como função principal da mata ciliar, a proteção dos recursos hídricos, resultado completamente diferente do obtido neste trabalho. No entanto, Lima (2003) registrou que 67% dos entrevistados em sua pesquisa de mestrado não sabem qual é o significado da mata ciliar. Nascimento e Nakasu (2007), em estudo sobre a percepção ambiental de um grupo de mulheres usuárias do Rio Contendas na Cidade de Massapé-CE, relatam que nas declarações manifestadas por esse segmento está explícito o sentimento de utilidade que elas atribuem à vegetação marginal (desejo de eliminação, supressão total da mata ciliar) por não ser útil para elas, mas para outro grupo social que não tem a aceitação delas, isto por que segundo os autores na compreensão do grupo a vegetação significava perigo, medo e aversão. Enquanto que para o outro grupo social, essa mesma vegetação representava segurança, sossego. Como pode ser visto neste trabalho a importância, o valor atribuído à vegetação ciliar parece que varia conforme o uso, visto que o rio é considerado para essas mulheres como fonte de renda.

Laurie (1976) ensina que este subjetivismo provém da educação recebida, das atitudes afetivas e gostos adquiridos ao longo da história de vida pessoal e coletiva, a partir das quais o indivíduo percebe um lugar e emite um juízo de valor. Logo em relação à concepção dos moradores das proximidades do açude Soledade pode-se inferir que o nível de escolaridade pode ter influenciado em suas respostas, visto que 32% se declaram analfabetos e os demais frequentaram a escola, provavelmente em tempos em que as questões relativas ao ambiente em que vivemos e os modos de interação do homem e da natureza, não eram tratados de forma transversal ou não faziam parte da prática dos componentes curriculares de determinadas instituições, neste nível escolar. Além da

escolaridade, outros fatores poderiam ser articulados para explicar tais comportamentos, como a classificação de Galojart (1979) que usa as categorias como: *ignorância* (o indivíduo não sabe fazer outras coisa), *impotência* (ele sabe o que pode ser feito, mas é incapaz de fazer) e *desinteresse* (o indivíduo sabe o que deve fazer, pode fazê-lo, mas não quer fazer). Conclui-se dizendo que quaisquer práticas [...] têm relação com a forma que o indivíduo enxerga o ambiente, e com a vontade que este tem de conservar os recursos ambientais.

Estes resultados apontam para a necessidade de desenvolvimento de programas que orientem a população para compreender a relação que existe entre a vegetação, o uso do solo, a conservação e a qualidade ambiental de um recurso hídrico.

6.7.8. Tipos de uso que os entrevistados fazem do açude

Na região semiárida os açudes representam não somente uma fonte de água mas também se encontram, no imaginário popular, como fonte de vida e esperança e possuem um significado bastante amplo, pois estão relacionados com a própria fixação do homem no campo (PETROVICH e ARAÚJO, 2009). Nesta acepção, perguntou-se aos participantes se eles faziam algum tipo de uso da água do açude. A grande maioria (96,7%) respondeu que sim. Isto evidencia a relação estabelecida entre este recurso e a população que vive em seu entorno. Aos que responderam de forma afirmativa a esta pergunta foi solicitado que especificassem para que fins utilizavam a água. Conforme a Figura 50, o principal tipo de uso deste ecossistema aquático foi o lazer, seguido bem próximo pela pesca, ficando em terceiro lugar o abastecimento doméstico, seguido pelos demais usos. Resultado semelhante foi identificado por Oliveira (2006), quando realizou pesquisa com ribeirinhos às margens do Rio Paraíba do Sul no trecho entre Itaocara e São João da Barra-RJ onde a pesca apareceu como uso principal (36%), seguida pelo despejo de dejetos (34%); Oliveira (2007) assevera em sua dissertação que em Toritama-PE as águas do rio Capibaribe são usadas pela indústria do jeans (90%) e em percentuais menores para despejo de efluentes, mais recentemente Petrovich e Araújo (2009) desenvolveram estudo objetivando entender a concepção de professores e alunos da região semiárida, na cidade de Acari – RN, relacionados ao tema qualidade de água do açude público Marechal Dutra. Neste estudo constataram que dentre os principais usos destacaram-se abastecimento doméstico, lazer, piscicultura e despejos de efluentes. Desta forma percebe-se que em

relação ao uso, o açude Soledade também apresenta similaridade a outros corpos hídricos, contemplando até o abastecimento doméstico de uma parcela significativa, sabe-se que este uso é considerado nobre, desta maneira requer um nível de qualidade bastante elevado, que o consumo de água sem tratamento, bem como sua utilização para lazer de contato primário e secundário ou o consumo de pescado em águas de baixa qualidade podem veicular doenças.

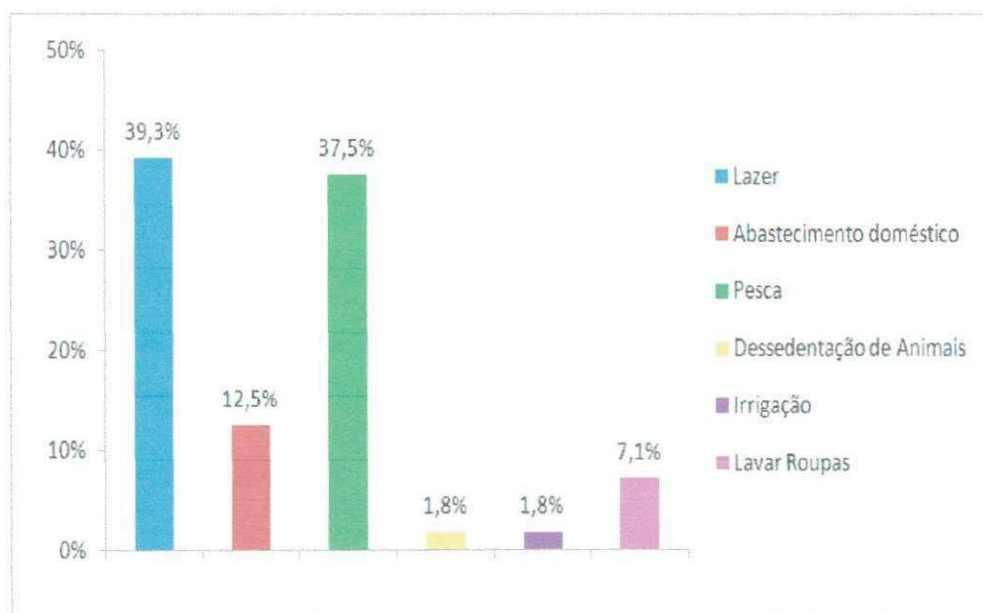


Figura 50. Tipo de uso da água do açude

Segundo dados oficiais (PARAIBA, 2006) não existe um programa específico de abastecimento de água para a zona rural do Estado da Paraíba. É amplamente conhecido que as prefeituras municipais são incapazes de, isoladamente, viabilizar esses serviços. Em geral, a população da zona rural se autoabastece, servindo-se de águas provenientes de cacimbas ou poços escavados nos leitos dos rios ou riachos, poços tubulares equipados com bombas elétricas ou cata-ventos, além de pequenos açudes ou outros mananciais, de preferência o mais próximo possível do ponto de consumo. A água utilizada pela população não passa por qualquer controle de qualidade e as fontes de captação, em geral, não oferecem garantia de atendimento contínuo.

Sabe-se que é amplamente divulgado que o enquadramento de qualidade da água de um corpo hídrico pode variar de acordo com o uso requerido, a partir disto, consoante as normas brasileiras (Resolução nº 357/2005 do CONAMA) que determinam

imperiosamente que o enquadramento dos corpos d'águas deve estar baseado não no seu estado atual, mas sim, nos níveis de qualidade que deviam possuir para atender as necessidades da comunidade.

Perguntou-se aos entrevistados como eles classificavam a qualidade da água. A grande maioria deles, conforme pode ser verificado na Figura 51, classificou a água do açude Soledade como ótima ou boa, este comportamento é bastante preocupante visto que foi percebido desta maneira por uma parcela bastante significativa da população. Trabalhos desenvolvidos em outras localidades obtiveram resultados diferentes desta pesquisa como a investigação feita por Lima (2003) no Estado de São Paulo em que 35% dos entrevistados classificaram as águas do Rio Mogimirim como péssima ou ruim, como explicação para este grau de qualidade citaram a poluição generalizada. Sabe-se que, se tratando de padrões de qualidade de um recurso hídrico é praticamente impossível afirmar, sem análises laboratoriais, que suas águas estejam ou não contaminadas, embora o organismo humano apresente diversas modalidades sensoriais, por meio das quais o homem se contata com o meio externo, dentre as quais cito: o olfato, a audição e a visão. Uma vez que a poluição se dá em relação a alguma coisa, está relacionada à adição de substâncias ou formas de energias que, direta ou indiretamente, alterem a natureza da água.

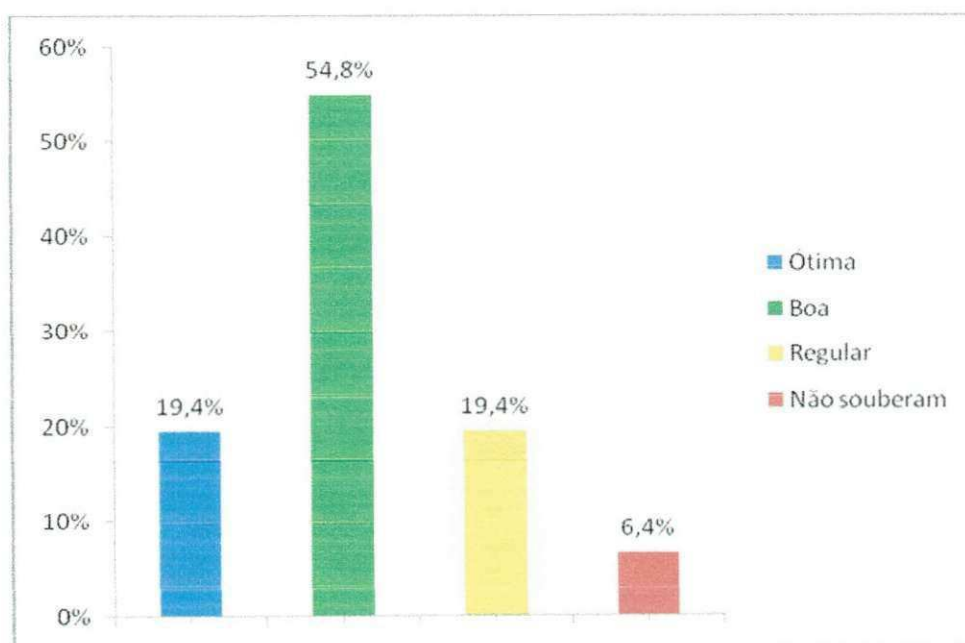


Figura 51. Percepção dos entrevistados sobre a qualidade da água do Açude Soledade

Para exemplificar esta complexidade, lembramos o desastre fatídico mundialmente conhecido que ocorreu em Caruaru-PE, em 1997, quando 60 pessoas faleceram após uma sessão de hemodiálise, em que a água utilizada estava contaminada por toxinas (não detectáveis sensorialmente) que mais tarde foram encontradas nos órgãos dos pacientes e no reservatório de água que alimentava o hospital. Estes resultados obtidos refletem, ou melhor, podem ser interpretados com um indicativo da falta ou deficiência de informações sobre a qualidade da água do açude Soledade da população local que faz uso destas águas, isto também evidencia uma prática que é bastante comum em grande parte dos Estados brasileiros onde algumas informações produzidas pelos órgãos públicos não chegam à grande percentual da população.

6.7.9. Critérios adotados pela população para classificação da água

Ainda em relação à qualidade da água foi solicitado aos respondentes que justificassem sua escolha, nota-se que em contexto geral, conforme pode ser visto na Figura 52, para a maioria dos entrevistados o conceito de qualidade de água está associado aos tipos de uso que eles fazem das águas do açude Soledade, revelando uma confusão possivelmente por falta de esclarecimento do que seja uma água de boa qualidade, embora o nível de qualidade esteja atrelado ao uso, não é o simples fato de um recurso hídrico ser usado para atender certas finalidades que determina sua classificação. Resultados encontrados por outros pesquisadores ratificam os encontrados nesta pesquisa, como o estudo desenvolvido por Nascimento e Nakasu (2007) sobre a percepção ambiental de um grupo de mulher usuárias do Rio Contendas em Massapé-CE, onde estes pesquisadores verificaram que o grupo de mulher ao classificar a água boa, relacionava suas respostas simplesmente com o fato da água ser corrente e ao uso que faziam da mesma. Como podemos notar, resultado semelhante foi obtido em nosso trabalho, onde a percepção dos entrevistados (em relação à qualidade da água) foi relacionada, também simplesmente, ao uso que algumas pessoas fazem desta água. Embora o conhecimento destes usuários seja um saber tradicional e construído a partir de sua relação com este meio, em se tratando de um recurso ambiental que pode conter contaminantes tóxicos, o conhecimento técnico deve ser previamente considerado, visto que, é construído a partir dos experimentos científicos sistematizados, posto que os resultados segundo a avaliação desta população diferem dos dados técnicos obtidos para as águas deste açude.

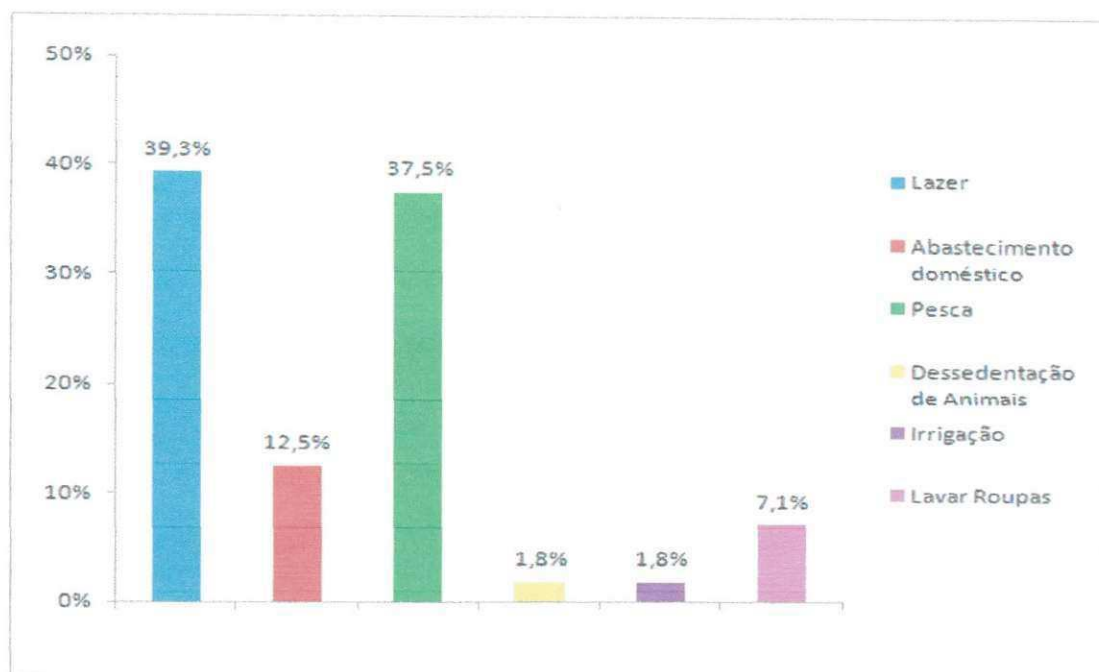


Figura 52. O que faz você atribuir este nível de qualidade para a água

A maneira pela qual as pessoas apreendem e as condições sob as quais o mundo é visto e analisado constituem uma unidade com suas múltiplas implicações, seus focos de interesse, assim em determinadas condições percebe-se que é a intencionalidade que fornece sentido ao mundo e que somente a partir destas intenções, poderemos tentar compreender e explicar o sistema de relações entre o homem e suas vizinhanças, (RELPH, 1979; GOMES, 1996). TUAN (1983) ensina que as justificativas são concebidas a partir das experiências pessoais, no caso da qualidade da água do Soledade percebe-se os entrevistados ao fazerem seus julgamentos sobre a categoria qualidade estabelecem relações com a satisfação de suas necessidades, ou seja, com o uso que estabelecem do açude, não relacionam seus julgamentos em momento algum com aspectos qualitativos ou sanitários. Isto ocorre segundo Leff (2001) porque todo saber, todo conhecimento sobre o mundo e sobre as coisas tem estado condicionado pelo contexto cultural em que produz e se reproduz determinada formação social, cuja base é o conjunto de características físicas do local em estudo, o qual é decodificado pelos indivíduos (usuários) em função de suas próprias peculiaridades (idade, gênero, nível de instrução, personalidades, motivação, etc.) e dos elementos da cultura local que influenciam o processo perceptivo, ou melhor, segundo doutrina Pêcheux (1997) que o sentido de uma palavra, de uma expressão, de uma proposição, etc., não existe em si mesmo [...] mas, ao contrário, é determinado pelas

posições ideológicas colocadas em jogo no processo sócio-histórico no qual as palavras, expressões e proposições são produzidas.

6.7.10. Doenças veiculadas pela água

A exposição humana à poluição é um dos grandes contribuintes, direto e indireto, para os elevados índices de morbidade e mortalidade, principalmente infantil (CARDOSO, 2005). Sendo, portanto um importante elo para compreender a complexa relação que envolve o meio ambiente e a saúde pública, isto é mais facilmente notado, quando a exposição à poluição resulta em danos à saúde, assim urge que a defesa da saúde conheça os fatores que influenciam as causas e os mecanismos de contaminação da população. Tendo como base dados estatísticos que asseveram que, em países em desenvolvimento, 80% das doenças estão relacionadas com a qualidade da água (WHO, 2003) e que, em média, até um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas com a água (MORAES; JORDÃO, 2002), a coleta de dados buscou, neste sentido, constatar se algum tipo de doenças relacionado ao uso da água teria acometido, nos últimos doze meses, algum dos familiares da população ribeirinha estudada. A totalidade dos respondentes afirmou nunca ter ocorrido nenhum caso de doença em suas famílias relacionado à água, por ser grande parte das doenças de veiculação hídrica causada por microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, fungos, algas e protozoários) os quais não são visualizados a olho nu, dificilmente são percebidos pela população, isto com certeza dificulta a percepção de que certas doenças possam estar relacionadas a uso da água.

6.7.11. Significado do termo bacia hidrográfica

Outro questionamento feito pela pesquisa diz respeito ao conhecimento do significado do termo bacia hidrográfica pelos entrevistados. Conforme o resultado exposto na Figura 53, pode-se inferir que o fato da maioria dos entrevistados não saber o nome da bacia hidrográfica é um indicativo de ausência de relações afetivas com o ambiente. Este resultado está respaldado pelo trabalho desenvolvido por Costa et al (2010) que coletaram dados relacionados ao nível de informação e grau de interesse dos moradores da cidade de São Sebastião-SP, em participar de ações para melhorar a qualidade ambiental,

especialmente dos recursos hídricos. De acordo com o relato dos autores, boa parcela dos entrevistados (77%) desconhece o significado do termo *bacia*, também Lima (2003) destaca que 65% dos moradores da *bacia hidrográfica* do Rio Mogemirm na cidade de São Carlos desconhecem o significado do termo *bacia hidrográfica*; mais recentemente Dornelles (2006) analisando percepção ambiental na *bacia hidrográfica* do rio Monjolinho na cidade de São Carlos-SP registrou que 61,1% dos declarantes não conhecem, não souberam ou tiveram dúvidas. De forma geral os dados obtidos nesta pesquisa refletem o que parece ser uma tendência generalizada no País, a qual só pode estar relacionada à visão antropocêntrica predominante, na qual o ser humano é circundado pelo ambiente sem ser parte integrante deste.

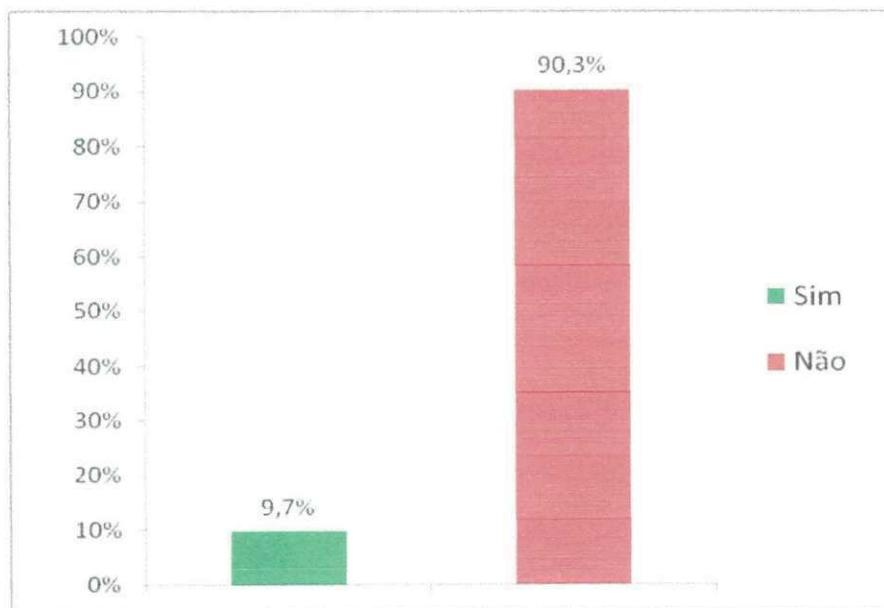


Figura 53. Você sabe o que significa o termo *bacia hidrográfica*?

Outra explicação pode ser estabelecida a partir do que dizem Corraliza (2000) e Simões e Tiedemann (1885) que para que o ser humano estabeleça uma relação correta com o ambiente em que habita, é necessário que exista uma série de representações cognitivas, que são fundamentais para a construção de estratégias e de atitudes do indivíduo para com o ambiente. Assim, para que a interação indivíduo-ambiente se constitua é necessário que o espaço físico seja um espaço significativo para o indivíduo, que segundo TUAN (1990), é instituído a partir da experiência que é formada de sentimento e pensamento (reflexão sobre a experiência vivenciada) e compõe a memória,

que é lembrada através de um processo seletivo a partir de estímulos ambientais diversos, fato que pode não ter ocorrido com a população pesquisada.

6.7.12. Nome da bacia hidrográfica

Ainda sobre a categoria Bacia Hidrográfica solicitou-se aos respondentes que citassem o nome da bacia a qual pertence a cidade de Soledade. Novamente apenas 9,7% dos entrevistados foram capazes de atribuir um nome à bacia hidrográfica em estudo, embora vale ressaltar que nenhum dos nomes citados corresponde à bacia pesquisada. De acordo com os resultados apresentados por Lima (2003), 87% declaram desconhecer o nome da bacia hidrográfica a que pertence a cidade de São Carlos-SP; outra pesquisa conduzida por (Dornelles, 2006) também na cidade de São Carlos registrou que 57,9% não responderam questão idêntica, demonstrando também desconhecer em que bacia hidrográfica fica situada a Cidade de São Carlos-SP, esses dados reforçam a ideia de que este não é um conceito apreendido geralmente pelas pessoas.

6.7.13. Significado do termo comitê de bacia hidrográfica

Ainda dentro da temática Bacia Hidrográfica, outro tópico investigado está relacionado com a noção do termo Comitê de Bacias Hidrográficas. Assim foi perguntado aos moradores se conheciam o significado da expressão Comitê de Bacias Hidrográficas e se tinham conhecimento da participação de algum membro da comunidade de Soledade neste Comitê.

Nestas duas questões, todos os respondentes declararam não ter conhecimento do significado desta expressão e, conseqüentemente, não tinham informações sobre a participação de pessoas da comunidade neste colegiado. Resultados idênticos ratificam os obtidos neste trabalho, como o resultado da pesquisa desenvolvida por Abreu (2004) em três municípios paraibanos onde registrou que 89,8% em Picuí, 81% em Sousa e 91,1% em Sumé dos entrevistados responderam que desconheciam tal instituição, Chinalia (2006) sobre o conhecimento ambiental de professores do Ensino Fundamental de Monte Alto-SP em que 97,5% dos entrevistados afirmaram não saber o significado do conceito questionado e o executado por Lima (2003), que também obteve resultados elevados (92,5%) para os que desconheciam a definição.

Novamente, este tipo de comportamento pode ter suas raízes na herança sociocultural e econômica, que funcionam como fator condicionante do comportamento humano, influenciando tanto a conduta individual quanto grupal. De certa forma, por se tratar de um acontecimento no espaço, as pessoas podem ou não perceber que possa influenciar direto ou indiretamente em seu cotidiano, segundo sua percepção, o evento acontece distante de sua realidade, daí o desinteresse (TUAN, 1990; SOUSA Jr, 2004), porém este desconhecimento inviabiliza uma gestão efetiva e exclui os usuários do processo participativo, ainda que situações tenham sido relatadas na literatura como um dos fatores condicionantes do processo de tomada de decisões na gestão de um recurso hídrico, muito pouco tem sido feito para mobilizar e inserir a população que utiliza os recursos hídricos do Brasil afora.

Embora um comitê de bacia hidrográfica seja um colegiado democrático, de caráter normativo e deliberativo, para a gestão dos recursos hídricos, constituído por representantes do Governo, dos municípios, dos usuários e da sociedade civil organizada, onde acontecem as discussões no âmbito da bacia, referindo-se a problemas locais, como o ordenamento de prioridades de intervenções (preventivas ou corretivas), dimensionamento dos recursos financeiros e a integração com os programas setoriais e locais, funcionando de forma interdisciplinar e tecnicamente aparada (CAMARGO & CARDOSO, 2004; SETTI et al, 2001; COIMBRA et al, 1999), lamentavelmente, nesta pesquisa nenhum dos entrevistados indicou ter conhecimento da existência do Organismo ou da participação de representantes desta comunidade na composição deste Órgão gestor.

6.7.14. Conhecimento da existência de problemas ambientais

Em relação aos problemas ambientais, foi perguntado aos entrevistados se eles tinham conhecimento da existência de algum tipo de problema que afetasse a qualidade da água do açude. A grande maioria, 74,2% dos entrevistados respondeu que não conhecia problemas que afetassem o açude (Figura 54). Entretanto o resultado encontrado por Gregorini e Missirian (2009) em estudo realizado sobre percepção ambiental de alunos do 5º ano do ensino fundamental, do distrito de Piraporã-MS diferem dos resultados obtidos neste trabalho, onde 83,3% respondentes afirmaram ter conhecimento de problemas ambientais inclusive exemplificaram. Em seguida solicitou-se ao percentual que respondeu de forma afirmativa a questão anterior para que citassem estes problemas. As respostas

(22%) foram desmatamento, lixo descartado em locais inapropriados e lavagem de carro no açude, vale ressaltar que a maior parte não respondeu esta questão. Revelando-se, desta maneira, parcialmente, alheios ao ambiente em que vivem. Ribeiro et al. (2008) investigando a concepção sobre impactos ambientais apresentados por estudantes do município de Itaporanga, no alto sertão paraibano, verificaram que os itens mais citados foram: poluição dos reservatórios hídricos, através da má gestão de resíduos sólidos, desmatamento, poluição, aquecimento global. Uma pesquisa realizada pelo Ministério do Meio Ambiente (2001), em nível nacional, revelou que mais de 50% da população não foi capaz de identificar nenhum problema ambiental no seu bairro. Percebe-se, pela heterogeneidade das respostas, que grande parte dos entrevistados ainda não despertou para o conhecimento das questões ambientais em seu entorno, assim os dados obtidos nesta pesquisa realizada em Soledade tanto quanto os registrados em outras localidades têm mostrado que é necessário incrementar os esforços para informar e conscientizar a população sobre questões ambientais, dentre outras.

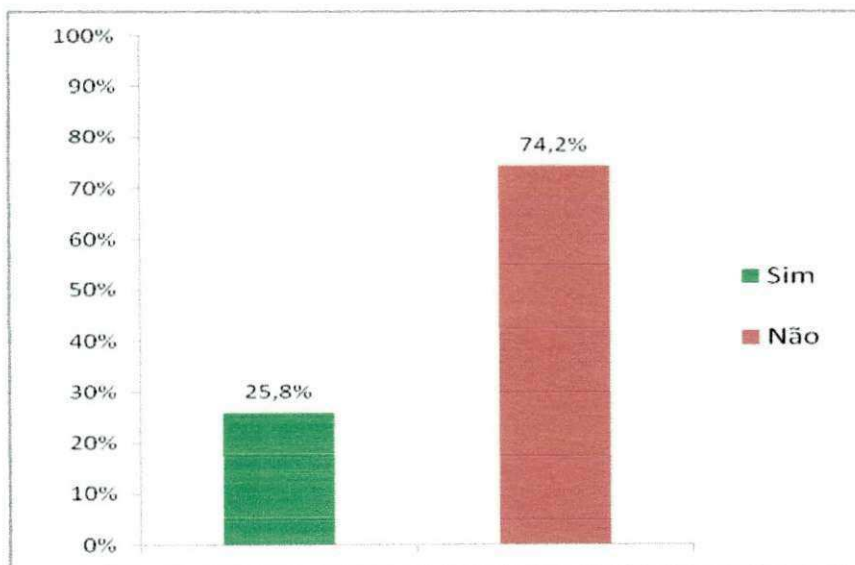


Figura 54. Conhecimento da existência de problemas ambientais

Buscou-se, ainda, conhecer o grau de incômodo dos entrevistados em relação aos problemas ambientais, 84,2% das afirmações revelaram que os entrevistados não se sentem incomodados ou se declaram indiferentes. Este resultado difere de resultados encontrados por outros pesquisadores, como Fernandes et al (2010) que, trabalhando com alunos da Faculdade Brasileira – UNIVIX (ES) onde 94,3% dos respondentes se declaram

incomodados com tais problemas; em outra pesquisa Fernandes et al (2010) trabalhando com professores desta mesma Faculdade registraram que 100% dos entrevistados se declararam incomodados em relação aos problemas ambientais.

Nesta pesquisa foi perguntado, para o percentual que se declarou incomodado, se em relação a tal incômodo tomaram alguma atitude para mudar a situação. A grande parte (87,5%) respondeu que não tomou nenhuma atitude, resultado este que vai de encontro aos resultados obtidos em outras pesquisas no Brasil, confirmando a predominância do que parece revelar uma tendência para atitudes omissivas, como demonstrados na pesquisa de Fernandes et al (2010) onde o segmento aluno 51,3% também declarou que não tomou nenhuma atitude para reverter a situação. Entretanto vale ressaltar que outro trabalho desenvolvido por Fernandes et al (2010) asseverou que a totalidade dos professores (100%) declarou que tomou atitude, como: assinar abaixo assinado, contactar os Órgãos públicos finalizadores, dentre outras, buscando solucionar tal incômodo. A acentuada omissão de grande parte dos entrevistados de Soledade leva a crer que, em contexto geral, está relacionada ao baixo nível de escolaridade desta população, pois ao compararmos os resultados desta pesquisa com os obtidos trabalhando-se com os professores universitários, podemos inferir que a razão para essas diferentes atitudes se deve ao nível escolaridade.

Para a pequena parcela que respondeu sim, foi solicitado que citasse qual foi a atitude tomada para mudar a situação. Como resposta para esta questão apenas um entrevistado afirmou que procurou o DNOCS para solicitar providências. Nota-se que este procedimento revela certo grau de vulnerabilidade educacional, desconhecimento da função das instituições visto que este Órgão não é responsável pela fiscalização dos recursos ambientais. Sabendo-se que as condutas são respostas dadas à vida, e que estão sempre recheadas de posturas culturais, que são formadas por uma longa sequência de percepções e experiências pessoais, tais atitudes refletem a influência de fatores sociais e culturais. De acordo com o observado neste trabalho pode-se afirmar que estas considerações são confirmadas visto que atitudes que levaram a reivindicação perante aos Poderes Públicos competentes variou com o grau de instrução, mas que possivelmente pode também depender de outros fatores como dos estímulos envolvidos, das histórias vividas por cada ator, as quais encerram valores construídos, necessidades, influências étnicas, estado emocional, lembranças e expectativas nas relações com o mundo. Pois cada ideia e juízo sobre o mundo são repletos de experiência pessoal, aprendizado, reflexão e conhecimento. Para Merton (1970) apud Oliven (1974), a indiferença e a conformidade são

mecanismos de defesa que o indivíduo desenvolve para poder suportar as tensões a que são submetidos.

6.7.15. Percepção sobre a prática de ações danosas para o açude

Quando perguntados se em seu cotidiano consideram que praticam alguma ação que cause dano ao açude, todos os entrevistados afirmaram que não; no entanto, o fato de que algumas ações habituais próprias desta população, não serem por eles, percebidas como problemas ambientais, têm contribuído para o processo de degradação que está ocorrendo neste ecossistema, como exemplo cita-se algumas identificadas no local, tais como: retirada da mata ciliar para alimentação animal, instalação de pocilgas, corte de árvores da mata ciliar para lenha, pesca ilegal, deposição de lixo, desenvolvimento de atividades agrícolas às margens do recurso ambiental, dentre outras.

Outros trabalhos revelaram resultados opostos ao desta pesquisa, como o desenvolvido por Gomes (2010), com alunos da Faculdade de Viçosa, cuja maioria dos respondentes afirmou (66,27%) causar, sim, algum dano ao meio ambiente; Fernandes et al (2010) obtiveram (66,1%) trabalhando como alunos da Faculdade Brasileira – UNIVIX (ES), Fernandes et al (2010) encontraram (78,4%), quando o segmento trabalhado foi o dos professores dessa mesma Faculdade.

Os resultados determinados em Soledade permitiram concluir que aquele público investigado, de forma geral, age conforme seus costumes e valores, não demonstraram sensibilidade para alterações que ocorrem no ambiente em que vivem. Esta percepção equivocada e irreal que tem esta população sobre a problemática ambiental, bem como a busca reiterada pelo atendimento imediato e volutivo de seus diferentes tipos de necessidade, contribuíram para aumentar a velocidade do processo de deterioração da qualidade ambiental. Isto significa que as avaliações sobre coisas, ações, acontecimentos, situações e, muito do que tem significado para esses entrevistados, e para propiciar algumas de suas satisfações, estão enraizadas na cultura, no cotidiano e de certa forma são os pilares para suas atitudes e ações.

6.7.16. Fontes utilizadas para obter informações sobre temas ambientais

Também se buscou conhecer qual é a fonte que a população entrevistada utiliza para obter informações sobre questões ambientais. A partir das respostas obtidas (Figura 55), verificou-se que para a população amostrada nesta pesquisa, a televisão e o jornal aparecem como as principais fontes de informações, também outro dado revelado neste trabalho, que se constitui em um aspecto preocupante, foi o fato de 73,6% desta comunidade terem declarado que não utilizam nenhuma fonte para obter informação relativas às questões ambientais, apesar de, nos últimos anos, vivermos em um período caracterizado por uma verdadeira revolução cultural (Hall, 1997), em que a oferta e a democratização do acesso à informação no Brasil tem se expandido a passos largos, com novos aparatos tecnológicos, instantaneidade na divulgação da informação e da comunicação.

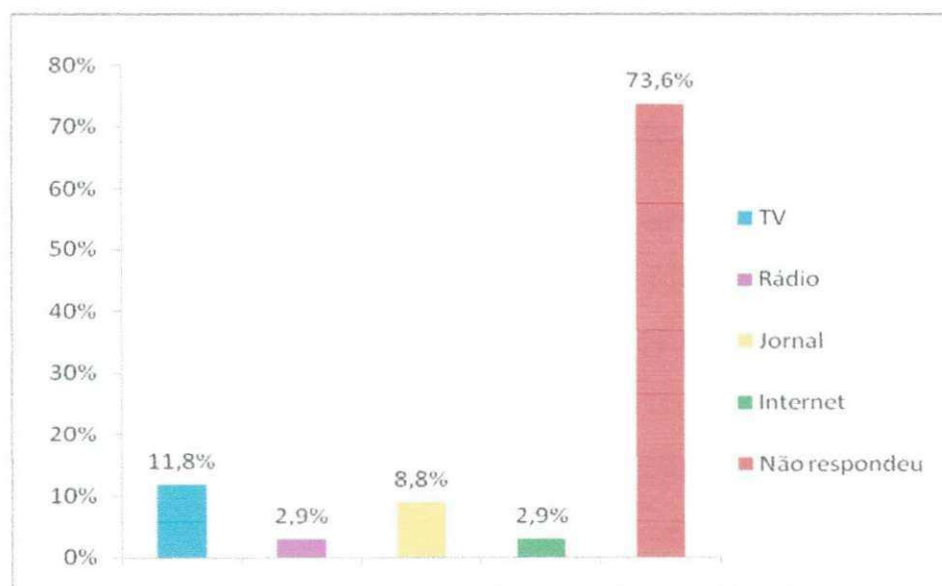


Figura 55. Fontes usadas para obter informações sobre questões ambientais

Camargo (2009) investigando a percepção de moradores no baixo Rio Negro-AM, identificou a televisão como o principal veículo de informação; Carvalho et al (2009), em estudo realizado com alunos do ensino técnico federal na Paraíba, encontraram resultados semelhantes aos valores registrados nesta pesquisa que apontam a televisão como o meio mais utilizado visando à obtenção de informações sobre questões ambientais (75%); Correia (2007), também obteve valores elevados (87,8%) em Novo Hamburgo-RJ; 75,5% foi obtido por Dornelles (2006) analisando a percepção ambiental na bacia hidrográfica do

rio Monjolinho, na cidade de São Carlos-SP; Borges (2005) registrou (43%), em Uberlândia-MG.

Conforme discutido por Carvalho et al (2008), as concepções ambientais dos indivíduos podem ser fortemente influenciadas pela mídia, visto que, em muitos momentos, a temática ambiental é tratada com elevado grau de sensacionalismo pela mídia, atendendo exclusivamente aos interesses de seus patrocinadores, fato este que intervém de forma negativa na concepção do público, sobre questões ambientais.

Percebe-se, nesta pesquisa em Soledade, que nas declarações dos entrevistados a mídia tem grande influência na construção do conhecimento sobre assuntos ambientais, isto é um fato que requerer a atenção dos administradores públicos, pois revela uma lacuna deixada pela municipalidade no tocante ao estabelecimento de prioridades na execução de políticas públicas. Embora os meios de comunicação possam ser instrumento de mudança social, eles raramente o são, pois seu funcionamento, em geral, segue a lógica do capitalismo, se caracterizam por habilidosa propaganda que tem como propósito entreter, embalar, vender, impor valores, crenças, conduta, não informar e menos ainda levantar questões sobre paradigmas (HERMAN e CHOMSKY, 2003; MEADOWS, 1991), podendo ter suas informações controladas por grupos econômicos e políticos poderosos não interessados na difusão de ideias nem na democratização da informação, e que podem limitar a ação dos meios de comunicação a temas que não interfiram em suas ações.

Para esses autores, a mídia é um aparato ideológico de grupos poderosos que a organizam para estabelecer e manter sua relação de poder na estrutura social, agindo como seletor, redutor, silenciador, distrativo e adicionador de informações, trabalhando na construção e manutenção do consenso público em relação à realidade, sendo um veículo eficaz para mensagens ideológicas ocultas. É forçoso destacar que grande parte das mensagens publicitárias reforça os estilos de vida que valorizam e incitam o consumismo e a receptividade ingênua.

Como fator positivo, este veículo de comunicação pode ter a função inicial de divulgação em campanhas que direcionaram a mudança de opinião e de comportamento devido à versatilidade de expor a temática ambiental, de forma ágil e dinâmica, a uma parcela significativa da sociedade ampliando a divulgação do assunto, fixando a problemática e auxiliando na sensibilização sobre as questões ambientais, podendo ser explorado para chamar a atenção para esta temática.

Este quadro revela uma tendência geral que tem sido diagnosticado e divulgado em diversos trabalhos científicos, os quais alertam para o perigo que representa outros mecanismos assumirem o espaço deixado pela escola quando esta não consegue cumprir seu papel. Neste contexto, não se pode esquecer de que a complexidade das inter-relações ambientais dificilmente poderá ser alcançada sem a participação efetiva da escola, pois cabe ao educador, em qualquer contexto, reorganizar, reforçar e renovar os valores e o entendimento das questões ambientais, desenvolver consciência e comprometimento que favoreçam a mudança de atitudes e a participação na solução de problemas ambientais. Como afirma Freire (1998) em seu livro pedagogia da autonomia “Mudar é difícil, mas é possível”.

A análise conceitual expressa nos questionários, reflete a representações que nos remete à necessidade de aprofundar e repensar o processo de construção e assimilação dos saberes pré-estabelecidos e fixados nos currículos, de forma a possibilitar a ampliação dos conhecimentos referentes às interações que regem os sistêmicos fenômenos naturais e as complexas interações das interfaces sociais, econômicas, políticas e culturais que compreendem o meio ambiente, para favorecer a construção de valores que levem à formação de sujeitos críticos, pró-ativos e conseqüentemente cidadãos comprometidos com uma sociedade justa, equitativa e ambientalmente sustentável. Seja através de novas práticas pedagógicas ou da reconstrução do saber, transformando, implantando, sugerindo novas ações e práticas de ensino.

De forma geral, a percepção ambiental evidencia as impressões, conseqüências, sentimentos e a maneira como os indivíduos e coletividade compreendem e são afetados pelo meio, chama a atenção o grande número de entrevistados que associam meio ambiente à natureza, sem, entender que os seres humanos integram este meio. É preciso reverter essas concepções, haja vista que as crianças atuais serão os que tomarão decisões amanhã e precisam construir um saber ambiental que leve ao equilíbrio socioambiental.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

I - Atividades antrópicas aliadas à falta de política e de consciência ambiental da população, a ausência de fiscalização e a omissão dos poderes públicos, são fatores que contribuem significativamente para a intensificação dos processos de degradação da bacia;

II - A utilização indiscriminada de áreas marginais do açude Soledade é uma fonte de degradação que compromete a sustentabilidade deste ecossistema, através da supressão da vegetação e da poluição pontual e difusa;

III - As águas do açude têm diversos usos que requerem diferentes níveis de qualidade, porém se nenhum sistema de gestão e manejo for adotado em curto espaço de tempo, isto se constituirá em fonte de conflitos;

IV - O estado qualitativo das águas representam riscos de doenças para a população que usa o açude para lazer, em função dos elevados valores de coliformes encontrados;

V - As análises demonstraram que as águas do açude não atenderam aos padrões de qualidade determinados pelas Resoluções 357/2005 e 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), revelando-se imprópria para os usos múltiplos como: irrigação, aquicultura e lazer, dentre outros;

VI - O IQA é imprescindível para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos devido aos baixos custos. Embora para o caso específico da bacia do Açude Soledade observou-se que este indicador não descreveu de maneira satisfatória, a qualidade da água, sendo que apresentaram limitações em relação alguns usos;

VII - Os altos valores de vulnerabilidades encontrados expressam os níveis críticos de exposição e fragilidade a desastres ambientais em que vive a população da bacia, revelam ainda a ausência de políticas públicas efetivas que favoreçam o desenvolvimento sustentável, bem como a total ineficácia de ações que visem minimizar os efeitos de ameaças climáticas, como a seca recorrente nesta região;

VIII - O modelo de crescimento econômico adotado nesta região tem sido baseado na superexploração dos recursos naturais, fato que compromete a sustentabilidade deste patrimônio social;

IX - Ao longo de quinze anos ocorreu um aumento de áreas desmatadas, uma vez que a cobertura vegetal sofreu redução de 33,18% em relação à área existente em 1990, fato evidenciado pelo aumento de áreas de solo exposto, como mostraram as imagens do

satélite LANDSAT, equivalendo dizer que ocorreu um incremento linear de 135,69 há.ano¹, ou seja, novas áreas foram desmatadas;

X – Constatou-se uma redução drástica de 19,22% da área da bacia para o nível de degradação baixa. Considerando-se que essas condições degradantes sejam mantidas, em pouco menos de 41 anos toda a área representada hoje pela degradação baixa, passará a representar outro tipo de degradação;

XI – As queimadas e o desmatamento da caatinga para fins agropecuários e energéticos têm provocado perdas da biodiversidade, desencadeado processos erosivos, assoreamentos, etc., que resultam em prejuízos econômicos e ambientais inestimáveis;

XII - A problemática do lixo nesta área atinge um quadro preocupante devido à ausência de políticas públicas de gestão de resíduos que atue no sentido de reduzir os problemas inerentes à poluição, por eles gerada;

XIII - A percepção ambiental evidenciou as impressões, consequências, sentimentos e a maneira como os indivíduos e a coletividade compreendem e são afetados pelo meio, chama a atenção o grande número de entrevistados que associam meio ambiente à natureza, sem entender que os seres humanos integram esse meio;

XIV - A análise conceitual expressa nos questionários, refletem as representações, que nos remete à necessidade de aprofundar e repensar o processo de construção e assimilação dos saberes pré-estabelecidos, de forma a possibilitar a ampliação dos conhecimentos referentes às interações que regem os sistêmicos fenômenos naturais e as complexas interações das interfaces sociais, econômicas, políticas e culturais, que compreendem o meio ambiente, para favorecer a construção de valores que levem à formação de sujeitos críticos, proativos e, conseqüentemente, cidadãos comprometidos com uma sociedade justa, equitativa e ambientalmente sustentável.

SUGESTÕES

Diante dos níveis elevados de vulnerabilidades e degradação que o estudo revelou recomenda-se, dentre outras, as seguintes ações:

- I. A implantação de sistema de gestão e planejamento ambiental na microbacia hidrográfica, com definição dos diversos usos, compatíveis com a infraestrutura e com a capacidade de suporte dos ecossistemas para absorver as cargas poluidoras, como forma de prevenir a poluição;
- II. O monitoramento periódico da qualidade da água com a implantação de pontos pré-determinados no açude, para coleta de amostras de água para controle físico, químico, bacteriológico e biológico, visando manter a sustentabilidade deste ecossistema e o controle dos níveis de poluição;
- III. A definição de Áreas Especiais de Proteção onde serão estabelecidas restrições quanto ao uso e ocupação;
- IV. O Poder Público deve orientar a população para não fazer uso das águas poluídas do açude para recreação e pesca, através de campanhas educativas e fixação de placas indicadoras de qualidade, segundo determina a legislação ambiental federal;
- V. Que seja estabelecido um sistema de gerenciamento de resíduos no município, bem como o controle da disposição inadequada do lixo, através de campanhas educativas e, posteriormente, de ações de fiscalização;
- VI. Coibir a extração mineral ilegal, principalmente de areia nos taludes do açude, áreas de proteção ambiental e de granitos, através de rigorosa fiscalização;
- VII. A implantação de Educação Ambiental e Sanitária na bacia, através de agentes comunitários de saúde que exercem papel fundamental na educação sanitária e ambiental. Eles podem atuar diretamente através de cuidados com a saúde da

população, ou indiretamente, iniciando um processo educativo de orientação, tornando-se multiplicador de ações de cidadania ambientalmente corretas;

- VIII. Estudos na área de saúde pública para identificação e acompanhamento do estado de saúde dos usuários do açude, como medida preventiva;
- IX. Estabelecimento de programas de educação e de capacitação relacionados ao uso e ao manejo dos recursos ambientais para os agentes públicos das áreas de meio ambiente, saúde, agrícola e para usuários;
- X. Promover políticas públicas efetivas e reforçar os quadros institucionais para que desenvolvam ações estratégicas de longo prazo de luta contra a degradação, desertificação e de mitigação dos efeitos da seca;
- XI. Assegurar e incentivar a participação efetiva, aos níveis local e regional, da sociedade organizada, usuários e detentores dos recursos ambientais, tendo em vista o engajamento no planejamento das políticas públicas, no processo de decisão e implantação, bem como na revisão de programas e projetos;
- XII. Formular programas de ação para promover e sustentar o reflorestamento, regeneração e uso sustentado da caatinga;
- XIII. Desenvolver projetos que viabilizem formas alternativas de subsistência, suscetíveis de gerar renda nas zonas com altos valores de vulnerabilidade;
- XIV. É preciso reconhecer que a consciência pública e o ensino são processo pelos quais os seres humanos podem desenvolver plenamente suas potencialidades e que os jovens de hoje tomarão as decisões amanhã; assim, é preciso construir saberes ambientais que levem ao desenvolvimento da consciência ambiental em todos os setores da sociedade. Seja através de novas práticas pedagógicas ou da reconstrução do saber, transformando, implantando, sugerindo novas ações e práticas de ensino seja através da educação formal ou informal;

- XV. Que novos diagnósticos periodicamente predeterminados sejam desenvolvidos, dando continuidade aos estudos desenvolvidos nesta área, com fins de manter um banco de dados atualizado e disponível para a sociedade, e gestores públicos consultarem nos momentos de tomada de decisões de implantação de políticas.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P.; T.; LEITE, R. L.; SOUZA, A. H. F. F.; FLORENTINO, H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. **Macroindicadores bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga**. Disponível em: <WWW.ppgecologia.biologia.ufrj.br>. Acessado em: 28 de mai de 2010.

ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; WATANABE, T.; LEITE, R. L. Chironomus gr. decorus (diptera: chironomidae) e outros insetos aquáticos de um açude temporário do semi-árido paraibano, Brasil. Rio de Janeiro. **Entomologia y vectores** v.12 n.2 Apr./Jun, 2005, p. 233-242

ADAMS, J. R. et al. **A land resource information quality management in the Lakje Erie Basin. Journal of Soil and Water Conservation**. V. 37, nº 1, 1982. p. 45-50

ADAS, M.; ADAS, S. **Panorama geográfico do Brasil: contradições, impasses e desafios sócio-espaciais**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 1998.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Dados Sobre Perímetro e Geoprocessamento**. 2006. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>. Acessado em 10-08-2010.

AGUIAR, R. L. **Mapeamento geotécnico da área de expansão urbana de São Caralos, SP. Dissertação** (Mestrado em Geotecnia). São Carlos, 1997. 154p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ALENCAR, M. L. S. de. **El Niño de 1997/1998: Sistemas Hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômica no Cariri Paraibano**. 2004. 170p. il. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande.

ALMEIDA, R. C.; OLIVEIRA, C. M. Experiência estrangeira na gestão dos recursos hídricos. In: WENDLAND, E.; SCHALCH, V. **Pesquisa em meio ambiente: subsídios para a gestão de políticas públicas**. São Carlos: RIMA,2003.

AMBIENTE BRASIL. **Desertificação ameaça 170 municípios da Paraíba**. Disponível em:<http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acessado em: 21/05/2009.

AMANCIO, A. L. L.; FARIAS, W. R. L.; SILVA NETO, A. R.; LOPES, A. S. Caracterização dos parâmetros físico-químicos do açude Pereira de Miranda – Pentecoste/CE. *Ciência Agronômica*, Fortaleza, n. 1, p. 340-348, jul-dez, 2004.

ANDRADE, M. C. **O desafio ecológico: utopia e realidade**. São Paulo. Hucitec, 1994.

ANDRADE, K. S. **Degradação ambiental e risco a desastre desertificação nos municípios de Serra Branca e Coxixola (Cariri Paraibano) e Mirandela (Portugal): uma análise comparativa**. Campina Grande, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande.

ARAUJO, G. J. M.; BARBOSA, J. E. L.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. Influência de codeterminantes Limnológicos na alimentação da tilápia (*Oreochromis Niloticus*) em um açude localizado na região semi- árida. In: **IX Congresso de Ecologia do Brasil**. São Lourenço, 13 a 17 de Setembro de 2009.

BAIRD, C. **Química ambiental**. Trad. RECIO, M. A. L.; CARRERA, L. C. M. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, M. P., PEREIRA, D. D., ARAUJO, A. E. **Programa de ação estadual de combate Termo de Referência**. UFCG, Campina Grande, 20p, 2005.

BARBOSA, M. P. **Princípios físicos: comportamento espectral dos alvos. Apostila 3. Sensoriamento remoto**. Campina Grande. UFCG, 2003.

BARBOSA, E. M.; SILVA NETO, A. F. Las vulnerabilidades y mitigaciones de la región del alto Río Sucuru. **DESASTRES Y SOCIEDAD**. LA RED. Especial: La Sequía en el Nordeste del Brasil. Julio-Diciembre, 1995 / No.5 / Año 3. Pp. 29-34.

____ **Processamento digital de imagens**. Apostila 4. Sensoriamento remoto. Campina Grande. UFCG, 2003.

____ **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola/UFPB. 1997. 87p. (Apostila).

BASSOI, L. J.; GUAZELLI, R. M. Controle ambiental da água In: PHILIPPI Jr, A.; ROMÉRO, M. DE A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Mamole, 2004.

BARATA, J.; SOARES, C. G.; TEIXEIRA, A. P. **Curso de Especialização em Segurança e Higiene no Trabalho - Análise de Riscos**. IST. 2001.

BARBOSA, E. M. **Gestão de recursos hídricos da Paraíba: uma análise jurídico-institucional**. Campina Grande. 2006. 105p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal da Campina Grande.

BARROSO, J. A.; et al. Problemas de mapeamento geológico-geotécnico em encosta com favela com alta densidade populacional. In: **Congresso de Geologia de Engenharia**, 5, 1987, São Paulo. Anais. São Paulo: ABGE, 1987. v. 2. p. 267-278.

BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In **Avaliação e perícia ambiental**. CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. 8. Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2007.

BATISTA, Paulo de Tarso. **O meio ambiente, as cidades, as árvores urbanas e a SBAU. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Disponível em <http://www.sbau.com.br/arquivos/materias_paulo_tarso.htm>. Acesso em: 06 ago. 2006.

BECK, E. **Approche multi-risques em milieu urbain. Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin)**. Strasbourg, 2006. 283p. Thèse (Docteur Géographie). Université Louis Pasteur.

BECK, U. **La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad**. Barcelona, Editorial Paidós, 1996.

_____. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony e LASH, St (1997). Trad. Magda Lopoés. **Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo: Unesp. 11-67.

BEZERRA, M. C. L.; VEIGA, J. E. (Coord.). **Agricultura sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000.

BERTOLINI, D., LOMBARDI NETO, F., DRUGOWICH, M.I. **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. Campinas. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993.15p.

BERTONI J., LOMBARDI NETO F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: **Curso de geologia aplicado ao meio ambiente**. BITAR, O. Y. (org.). São Paulo: IBGE/IPT, 1995.

BLAKIE, P. et al. **At risk, natural hazards, peoples vulnerability and disaster**. Londres-New York, Routledge, 1994.

BLAIKIE, Piers; Terry Canon, et al. **Vulnerabilidad: El Entorno Social y Económico de los desastres**. La RED: Red de estudios sociales en Prevención de Desastre en América Latina. Colombia: Tercer Mundo Editores. Bogotá, 1996.

BLONG, R. Nuevos conceptos en el manejo de desastres. **Revista Información Científica y Tecnológica**. Vol. 16 No. 216. México, CONACYT, 1994.

BONANI, G.; DAMIANI, F.; DI FILIPPO, G.; SILVESTRE, F. Natural risk and industrial activities: interactions and mitigation measures in a study case. In: **Internacional Symposium on Engineering Geology and and environment Proceedings**. 1997. v. 2. anais. Athens, Greece. P. 1187-1191.

BORGES, D. J. V. **As condições sócio-ambientais de áreas de preservação permanentes na zona urbana de Uberlândia: aspectos paisagísticos e sociais**. (Mestrado em Ecologia e conservação de Recursos Naturais). Uberlândia, 2005. Universidade Federal de Uberlândia.

BRAGA, B.; HESPANHO, I.; CONE, J. G. L. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª Ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAMBILLA, M. **Percepção ambiental de produtores rurais sobre o Parque Nacional da Serra da Bodoquena (MS) na perspectiva do desenvolvimento local**. (Mestrado em Desenvolvimento Local). Campo Grande, 2007. Universidade Católica Dom Bosco. 78 p.

BRASIL. Lei 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a política nacional de recursos hídricos e cria o sistema de gestão de recursos hídricos**. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília, 2007.

BUCH, M.; TURCIOS, M. **VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL: Aplicaciones para Guatemala**. Serie de documentos técnicos n. 9. Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente; Universidad Rafael Landivar, 2003.

BUSSO, G. **Vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza**. Santiago de Chile: CEPAL-ECLAC, serie Población y Desarrollo n. 29, 2002.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. **SPRIG: integrating remote sensing and GIS by object – orientend data modeling**. *Computer & Graphics*, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CÂMARA, F. R. A. **Demanda de oxigênio, clorofila *a* e comunidade fitoplanctônica como indicadores da qualidade da água no Canal do Pataxó/rn**. Natal, 2007. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática). Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CAMARGOS, L. M.; CARDOSO, M. L. M. O papel do Estado e da sociedade civil no processo de criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas em Minas Gerais. In MACHADO, C. J. S. (Org) **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro. Interciência, 2004.

CAMARGO, N. Percepção de moradores do Julião: reserva de desenvolvimento sustentável do Tupé (Baixo Rio Negro – Amazonas). **Revista Brasileira de Agroecologia**. n. 2. v. 4. nov. 2009.

CAMARGO, S. C. G., BRANCO, J. O. 2003. A Educação ambiental na visão dos professores de Ciências Naturais, humanas e linguagem, Balneário Camboriú, SC. In: **II Simpósio Sul-Brasileiro de Educação Ambiental I Encontro da Rede Sul-Brasileira de Educação Ambiental, I Colóquio de Pesquisadores em Educação Ambiental da Região Sul, 2**, 2003, Itaja Anais. Itajaí (SC): UNIVALI.

CAMPOS, N. Política das águas In: CAMPOS, N.; STURDART. T. **Gestão das águas: princípios e práticas**. 2ª ed. Porto Alegre: ABRH. 2003.

CÂNDIDO, H. G. **Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Paraibano**. Campina Grande. 2000. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba.

CANO, E. **Conceptos asociados a la Gestión del Riesgo de desastre en la planificación e inversión para el desarrollo**. 2005. Disponível em:< www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/4384/1/BVCI0004177.pdf>. Acessado em 20/05/2010.

CAPRA, F. **O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e acultura emergente**. Trad. Cabral, A. São Paulo. Cultrix, 2006.

CÁCERES J. K. **Metodología para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: aplicación a la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras**. Turrialba, 2005. 124p. Dissertação (Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas) Turrialba, Escuela de Posgrado del CATIE.

CARDONA, O. D. A. Indicadores de vulnerabilidad y riesgo. **Revista Ambientico**. n.147, Dec. 2005.p.21-23.

_____ **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo “Una crítica y una revisión para la gestión”**. Internacional Work Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. Disaster Studies of Wegening University and Research Centre, Wegening, Holanda, 2001.

_____ **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Taller regional de capacitación para la administración de desastres**. Bogotá. ONAD/OPS/UNDRO, 1993.

_____ Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. in MASKREY, A. **Los desastres no son naturales**, La Red, pp. 75-93;, 1993.

_____ Gestión ambiental y prevedción de desastres: dos tema asociados. In MASKREY, A. **Los desastres no son naturales**. La Red. Tercer Mundo Editores. Bogotá, 1993.

_____ **Prevención y atención de desastres, Curso sobre reducción de riesgos y preparativos para emergencias**. CEDERI, Universidad de Los Andes, 1998.

CARDONA, O. D.; SARMIENTO, J. P. **Análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo para la salud de una población expuesta a desastres**. Cruz Roja Colombiana, 1990.

CARDOSO, M. R. A. Epidemiologia ambiental. In PHILIPPI Jr. A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamento para um desenvolvimento sustentável**. Barueri. Mamole, 2005.

CARLSON, R. E. A trofhic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. v. 22 . p. 361-369, 1977.

CARNEIRO, F. M. **Análise do estudo de impacto ambiental e da qualidade da água - o caso açude Atalho – Brejo Santo, Ceará.** Fortaleza, 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará.

CARVALHO, A. P. **O NITROGÊNIO NO SOLO.** Trabalho da disciplina química e fertilidade de solo. Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande, nov de 2006

CARVALHO, A. de P.; SILVA, D. G. K. C; BUENO, R. J; SOUSA, A. M.; SILVA JÚNIOR, W. R. R.; CAVALCANTI JÚNIOR, G. B. Caracterização físico-químico do rio Taquari em Araguatins / TO. **Revista Saúde**, Natal. n. 1, p. 29-35, jul-dez. 2004.

CARVALHO, A. de P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A. de. ; SILVA, D. G. K. C. Estudo da degradação ambiental do açude de Bodocongó em Campina Grande – PB. **Revista Engenharia Ambiental.** Espírito Santo do Pinhal. v. 6, n. 2, p. 293-305, mai/ago 2009.

CARVALHO, A. P. de.; LIMA, V. L. A. de; SILVA, D. G. K. C. ; CARVALHO FILHO, A. M. de. **Determinação do índice de balneabilidade do açude de Bodocongó em Campina Grande, PB, Brasil, a partir de indicadores biológicos.** Revista Educação Ambiental em Ação. n. 28, Ano VIII, p. 094-109. Jun-Ago, 2009. Disponível em: <http://www.revistaea.org/> Acessado em: 07 mar. 2010.

CARVALHO, E. M.; ROCHA, V. S.; MISSIRIAN G. L. B. Percepção ambiental e sensibilização de alunos do ensino fundamental para preservação da mata ciliar. Campus Carreiros. **REMEA.** v. 23, jul-dez, 2009.

CASTEL, R. **La metamorfosis de la cuestión social.** Buenos Aires. Paidós. 1997.

CASTRO, S. D. A. Riesgos y peligros : una visión desde la geografía. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.** n. 60, mar, 2000. <<http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>>. acessado em: 12 de jun de 2010.

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. **DESASTRES NATURAIS.** Vol. 1. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2003.

CEBALLOS, B. S. O. Microbiologia Sanitária. In: **Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente.** Coord. Sérgio Rolim Mendonça. Ed. UFPB/ABES, 1990, p.89-148.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-Árido**. São Paulo, SP. (Tese de Doutorado Instituto de Ciências Biomédicas II) – Universidade de São Paulo. 1995. 192p.

CEBALLOS, B. S. O.; KONIG, A. & DE OLIVEIRA, J. F. Dam Reservoir Eutrophication: A Simplified Technique for a Fast Diagnosis of Environmental Degradation. **Wat. Res.** Vol. N° 11, 1998, p.3477-3483.

CEBALLOS, B. S. O.; SOUSA, M. S. M. & KONIG, A. Influência da Biomassa Algal nas Flutuações da Qualidade da Coluna de Água e do Efluente Final no Ciclo Diário de uma Lagoa Facultativa Primária. In: **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária - ABES, Foz do Iguaçu**. 1997. (I - 002).

CEBALLOS, B. S. O.; KÖNIG, A.; DINIZ, C. R.; WATANABE, T.; MISHINA, S. V. Variabilidade da qualidade das águas de açudes nordestinos. In: **19º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais...** Fóz do Iguaçu: ABES, p. 1-12. 1997

CEPREDENAC – PNUD. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. **La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Ginebra, 2003.

CERRI, L. E. S. & AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo, ABGE. 1998.

CETESB, 1978. **Determinação do número mais provável de coliformes e fecais pela técnica dos tubos múltiplos**. Publicação técnica 15.202.

CHAUI, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ed. Ática, 2001.

CHINALIA, J. S. T. **Conhecimento ambiental de professores do Ensino Fundamental sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Turvo, em Monte Alto - SP: uma contribuição para a Educação Ambiental no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica Turvo-Grande (CBH-TG)**. Araraquara, 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Centro Universitário de Araraquara.

CODEVASF; SUDENE; OEA. **Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco** – PLANVASF, 1989. 192p. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/index.html>. acessado em: 19/09/2006.

CONFALONIERI, U. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. **Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

COMMITTEE ON CONSERVATION NEEDS AND OPPORTUNITIES. **Soil conservation: assessing the national resource inventory**. Washiton, D. C.:National Academic Press, 1996.

COSTA, A. F. da. **Introdução à ecologia das águas doces**. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco.: Imprensa Universitária, 1991.

COSTA, A. P. B.; PAIVA, M. S. D.; FILGUEIRA, J. M. 2006. A inserção da educação ambiental na prática pedagógica: uma análise segundo a visão dos alunos dos cursos técnicos integrados do CEFET-RN. **HOLOS**, 22: 62-73.

COSTA, C. C.; GOMES, L. J.; FERREIRA, R. A. **Percepção ambiental com professoras de ensino fundamental como ferramenta da educação ambiental para restauração de mata ciliar**. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/350a.pdf> >. acessado em: 19 de mai de 2010.

COSTA, J.R.; LIU, A.S.; FIORINI, M.P.; GIRARDI, L.; AQUINO-SILVA, M.R. Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos da cidade de São Sebastião (SP). **X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. Disponível em: <<http://biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/inic/IC3%20anais/IC3-3.pdf>>. acessado em: 19 de mai de 2010.

COVELLO, V. T. ; Mumpower, J. Risk analysis and risk management: an historical perspective. **Risk Analysis**, 5, pp. 103-20. 1985

CROSTA, Á.P. **Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992.

CUÉTERA, O.; BUZAI, G. D. **O SIG no sistema bancário**. Fator GIS, v. 3, n. 11, p. 42-43, 1995.

CUNY, F. C. **Disasters and Development**. Oxford University Press, Inc. New York, Oxford, 1983.

DANIEL, T.C.; SCHARPLEY, A.N.; EDWARDS, D.R.; WEDEPOHL, R. & LEMUNYON, J.L. **Minimizing surface water eutrophication from agriculture by phosphorus management**. J. Soil Water Conserv. 40:30-38, 1994.

DAUPHINÉ, A. **Risques et catastrophes**. Observer, spatialiser, coprendre, gerér. Armand Colin. 2001. 288p.

DEGRADIN, F.; GAIDE, P. A.; NOYELLE, J. **Prise en compte des risqué par la valorization des zones inondables en ville**. Dans actes colloque de Lyon; risqué et rerritoires

DENCKER, A. de F. M.; VIÁ, C. **Pesquisa empírica em ciências humanas: com ênfase em comunicação**. São Paulo: Futura, 2001.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHEZUSAMMENARBEIT – GTZ; PROGRAMA DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE – PDRS. **Guía metodológica de análisis participativo del risego de desastre para áreas rurales**. Disponível em: <www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17080/doc17080-a.pdf>. Acessado em 20 de set, de 2010.

DI BERNARDE, L.; PAZ, L.P. A. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos. LDIBE LTDA, 2008.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 2. Ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

DOMINGUES, E. **Indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Relatório de consultora contratada pelo CIDS – Centro Internacional de Desenvolvimento Sustentável – Fundação Getúlio Vargas e Escola Brasileira de Administração Pública. 2000.

Dornelles, C. T.A. **Percepção ambiental: uma análise na bacia hidrográfica do rio Monjolinho, São Carlos, SP**. São Carlos, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo.

DUARTE, S. M. A. **O desastre da desertificação no município de Taperoá, Estado da Paraíba, Brasil**. Campina Grande, 2008. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande.

DUARTE, M. A. C. **Utilização dos índices de estado tóxico (IET) e de qualidade de água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das lagoas de Bonfim, Extremoz e Jiqui-RN**. Campina Grande, 1999. 156 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba.

ERDAS. **ERDAS IMAGINE. Tour Guides**. Atlanta: Earth Resources Data Analysis System, 1997.

FAGGIONATO, S. **Percepção Ambiental**. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html>. Acessado em 20/05/2009.

FERNANDES, C. A.; HOPSON, M. S. Avaliação do impacto ambiental da E.T.E Riacho Fundo na Área de Relevante Interesse Ecológico do Riacho Fundo - Brasília, (DF). In: **6º Congresso Brasileiro de Limnologia - SBL**, São Carlos, 1997, p.162.

FERNANDES, R. S.; PELISSARI, V. B. et al. Como os jovens percebem as questões ambientais. **Revista Aprender**. n.13. Ano 3, jul-ago, 2003.

FERNANDES, E. T.; CUNHA, A. M. O. C.; MARÇAL JUNIOR, O. 2003. Educação ambiental e meio ambiente: Concepções de profissionais da educação. In: **Encontro Pesquisa em Educação Ambiental: abordagens epistemológicas e metodológicas**, 2. São Carlos. Anais. São Carlos:UFSCar.

FERNANDES, R. S.; PELISSARI, V. B.; SOUZA, V. J.; GORZA, L.; S. LARANJA, A. C. Percepção ambiental dos alunos da faculdade brasileira – UNIVIX, Vitória, ES. **5º Seminário Estadual sobre Saneamento e meio Ambiente**. Disponível em: http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf. Acesso em 23 de ago de 2010.

FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B.; FERNANDES, S. T. **Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental**. Disponível em < <http://www.redeceas.esalq.usp.br.pdf>>. Acesso em 23 de jul de 2010.

FERREIRA, J. D. A. **Vulnerabilidade sócio-ambiental de espaços socialmente marginalizados em áreas urbanas; o caso da vila do Teimosos em Campina Grande.** Campina Grande, 2007. 100 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande.

FERREIRA, L. C. A. **Variação da qualidade da água do escoamento superficial de duas bacias de drenagem de natal/rn Brasil.** Natal, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FILHO, A. C. P.; BONDAROVSKY, S. H. **Água, bem econômico e de domínio público.** R. CEJ, n 12, p 13-16, 2000.

FLORES, F. Análisis de riesgo como guía a um ordenamiento de zonas urbanas. estudio de caso: zona metropolitana de Guadalajara. in **Navegando entre Brumas.** Perú. La RED, 1998, p. 204-237

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciências do Solo.** Campina. V. 16, n. 2, p. 249-256, 1992.

FRANCO, E. **La gestión de los riesgos de desastre enso desde una perspectiva social.** I Encuentro de Universidades del Pacífico Sur. Perú, Piura 14, 15 y 16 de octubre 1999.

FRAGA, J.; Villalobos, G. J.; Doyon, S.; García, A. (Coord.). **Descentralización y manejo ambiental: Gobernanza Costera en México.** Canadá. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2008.

FREITAS, A. J.; Gestão de recursos hídricos In: SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais.** Brasília-DF: Secretaria dos Recursos Hídricos; Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hidricos, 2000.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z. et al. O método da pesquisa survey. **Revista de administração da USP.** Vol.35, pp. 105-112, 2000.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública.** 17 (3), p. 651 – 660, 2001.

- GABARDO, J. C. **Preservação de mananciais**: uma proposta integrada de ações. Anais do XVII Congresso da ABES, 1997.
- GACGC. German Advisory Council on Global Change World in Transition. **The Threat to Soils. Annual Report**. German Advisory Council on Global Change. Bonn, Economica Verlag GmbH, 1994.
- GARJART, B. Difusão cultural, modernização e subdesenvolvimento. In: SZMRECSÁNI, T.; QUEDA, O. (Org.) **Vida rural e mudança social**. 3ª ed. São Paulo. Nacional, 1979.
- GARJULLI, R. 2002. Instrumentos institucionais para gestão de recursos hídricos no semi-árido In: Fundação Konrad Adenauer. **Água e desenvolvimento sustentável no Semi-Arido**. Serie Debates n. 24. Fortaleza, 2002.
- GASPAR, W. J. **Análise do processo erosivo do loteamento social Antenor Garcia**. Proposta para expansão do bairro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). São Carlos, 2000. Universidade Federal de São Carlos.
- GEOBRASIL. **Perspectiva do meio ambiente no Brasil**. Org. SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. D. B. (org). Brasília: Edições IBAMA, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIRARD, C.M. Application of photointerpretation technique to the classification of agricultural soils, choice of the sensor, use of results. In: **Remote Sensing Application in Agriculture and Hidrology**. Rotterdam: 1980, p.37-51.
- GIROTTO, A. F.; CHIOCHETTA, O. Aspectos econômicos do transporte e utilização dos dejetos. In: **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Coord. Oliveira, P. A. V. Concórdia. Embrapa Suínos e Aves, 2004.
- GOMES, A. P. W. **Percepção ambiental dos alunos da Faculdade de Viçosa –FDV**.
- GOMES, P. C.C. **Geografia e Modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- GRAF, A. C. B. **Água, bem mais precioso do milênio**: o papel dos Estados. *R. CEJ*, n. 12, pp 30-39, 2000.
- GREGORINI, T.; MISSIRIAN, G. L. B. Percepção ambiental dos alunos do 5º ano do ensino fundamental, do distrito de Piraporã-MS. Campus Carreiros. **Remea**. V. 22. jan-jul, 2009.

GROIT, C.; AYRAL, P. A. **Terminologie em science du risque. Recueil de définitions, d'après le document du travail du colloque intenational dire le risque: le risque em examen.** Mèze, 18-20 mai 2001. Groupe des Ecoles des Mines, 2002.87p.

GUIMARÃES, C. L. **Uso do geoprocessamento na determinação do assoreamento do Açude Cachoeira dos Alves-Itaporanga-PB.** Campina Grande. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. 2007.114p.

HALL, S. A centralidade da cultura: notas sobre as revoluções do nosso tempo. Porto Alegre. **Educação & Realidade.** v. 22, n. 2, p. 15-46, jul - dez. 1997.

HANSEAR, A. F. **Geoinformação: ferramenta para aplicação do estatuto da cidade.** Disponível em: <http://www.mundogeo.com.br> Acessado em 09/06.

HARMANCIOGLU, N. B.; OZKUL, S. A.; ALPASLAN, M. N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N. B.; SINGH, V. P.; ALPASLAN, M. N. (Ed.) **Environmental data management.** The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.61-100. (Water Science Technology Library, 27).

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento para consumo humano.** Belo Horizonte. UFMG, 2006.

HEM, J. D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. 3rd Edition. U.S. Washington. **Geological Survey Water-Supply Paper 2254,** 1989. DC. 263

HERMANUS, K. 2002. **Água: uma questão de sobrevivência** In: Fundação Konrad Adenaueer. **Água e desenvolvimento sustentável no Semi-Arido.** Serie Debates n. 24. Fortaleza, 2002.

HULL, K. **Risk Analysis Techniques in Defence Procurement.** Proceedings of IEEE Colloquium on Risk Analysis Methods and Tools. Jun, 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000: resultado da amostra.** Rio de Janeiro, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Rio de Janeiro, 2002.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas.** Brasília, IBAMA, 1990.

Instituto Interamericano de Cooperação com a Agricultura – IICA. **Desertificação no Brasil**. Disponível em: <<http://www.iicadesertification.org.br/lendo.php?sessao=MTA3>>. Acessado: 21/05/2009.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste** –IPEA, Brasília – 1995.

INSTITUTO DE PESQUISA ESPACIAIS (INPE). **SPRING**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acessado em 21/05/2009.

_____. **SPRING: Tutotirial de geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>>. Acessado em 21/05/2009.

IDE, C. N.; ROHCE, K. F; TROLI, A. C; et al. IQAS PARA MATO GROSSO DO SUL: QUAIS REFLETEM A SITUAÇÃO REAL?. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre-RS. **Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

IRWIN, F.; WILLIAMS, I. R. Catchments as planning units. **Journal of Soil and Water Conservation**. V. 42, n. 1, p. 6-9, 1986.

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. **Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives**. Uneted Nations. Geneva, 2002.

_____. **Terminología sobre reducción del riesgos de desastres**. Uneted Nations. Ginebra, 2009.

_____. **Environment and Vulnerability**. Emerging Perspectives. Uneted Nations. Disponível em: <<http://www.unisdr.org>> Acessado em: 19 de out de 2010.

IZOLA, D. T.; PICOLLO, P.; CATALANO, F. M. Aerofotografias de baixo custo como instrumento de monitoramento ambiental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, DEAG/ UFPB. V. 2, n. 2. p. 225-228, 1998.

LEÓN SUEMATSU, G.; CAVALLINI, J.M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Tradução de GHEYI, H.R.; KONIG, A.; CABALLOS, B.S.O.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande, UFPB, 109p. 1999.

LAURIE, M. **An introduction to landscape architecture**. New York. Elsevier, 1976.

LAVELL, A. **La red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, la red: antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004.**

Disponível em: < <http://www.desenredando.org/public/vari0s/2004/LARED-AFCDCEPTRDAM/>>. Acessado em:21/05/2009.

_____. Construcción social de las amenazas. Desastres: expresiones de la problemática ambiental. **Revista Ambientico**. n.147, Dec. 2005.p.4-5

_____. (Coord.). **La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Guatemala. CEPREDENAC – PNUD, 2003.

_____. (Coord.). **La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Guatemala. CEPREDENAC – Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central, PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2003.

_____. **Desastres y Desarrollo: Hacia un Entendimiento de las Formas de Construcción Social de un Desastre: El Caso de Mitch en Centroamérica**. En Garita, Nora y Nowalski, Jorge. **Del Desastre al Desarrollo Sostenible: Huracán Mitch en Centroamérica**. San Jose, Costa Rica. BID, CIDHS, 2000.

_____. **Un Encuentro con la Verdad: los Desastres en América Latina durante 1998**” en Anuario Social y Político de América Latina y el Caribe, año 2. FLACSO. Nueva Sociedad, 1998a.

_____. **Decison Making and Risk Management**. Port of Spain. Ponencia presentada en la Conferencia: Futhering Cooperation in Science and Technology for Caribbean Development. Septiembre, 1998b.

_____. **Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano: Problemas y Conceptos**. En Fernández, María Augusta. **Ciudades en Riesgo**. Lima. LA RED. USAID, 1996.

_____. **Ciencias sociales y desastres: un encuentro inconcluso**”. En: Andrew Maskrey (comp.) **Los desastres no son naturales**, Colombia, LA RED, ITDG,1993. p. 135-154

LEFF, H. Trad. Lúcia Mathilde Endlich Orth. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis. Vozes, 2001.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. John Wiley & Sons, New York, 1995.

LIMA, A. M.; FERNANDES, SOUSA MELO, M. R., H. N. de; SOUZA MELO, J. L. de. **Índice de qualidade de um corpo lêntico receptor de efluentes tratados da indústria de petróleo**. II Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/site_portugues/2_congresso.html>. Acessado em: 18/05/2009.

LIMA, A. M. **Limnologia e qualidade ambiental de um corpo lêntico receptor de efluentes tratados de indústria de petróleo**. Natal, 2004. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LIMA, E. R. V.; KUX, H. J. H. ; SAUSEN, T. M. Sistema de informações geográficas e técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de mapa de riscos de erosão no sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Campinas, v. 16, p. 257-263, 1992.

LIMA, M. A. **Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no Município de Rio Claro, SP**. Rio Claro: UNESP, 1994.

LIMA, R.T. **Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos: perfil dos moradores da cidade de São Carlos, SP (bacia hidrográfica do rio do Monjolinho)**. São Carlos, 2003. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Scientia Plena**. v. 4, n.12, 2008. Disponível em: <www.scientiaplena.org.br>. Acessado em: 05 de ago de 2010.

LUCENA, R. L.; MENEZES, M. F.; SASSI, R. **Qualidade da água de reservatórios nas distintas zonas climáticas da Paraíba**. Revista de Geografia da UFC, ano 07, número 14, 2008. p.87-97.

LUCHINI, A. M. **OS DESAFIOS À IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS ESTABELECIDO PELA LEI 9.433/97**. Rio de Janeiro. 1999. (Mestrado em Administração Pública). Centro de Formação Acadêmica e pesquisa. Fundação Getúlio Vargas. 110p.

- LUNA, B. J. C. **Características espaço-temporais do sistema do açude Acauã-PB, e seu atual índice de estado trófico**. Campina Grande. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba/ Universidade Estadual da Paraíba.
- KEIPI, K. ; CASTRO, S. M.; BATISTA, P. **Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo**. Lista de preguntas de verificación (Checklist). Washington. BIRD, 2010.
- KIRCHHOFF, D; TONISSI, F. B.; PECCI FILHO, R. **Classificação e enquadramento dos corpos d'água: discussão sobre o gerenciamento hídrico e planejamento ambiental**. *Pesquisas em meio ambiente – subsídios para a gestão de políticas públicas*. V. 2. São Carlos. Rima, p. 17-30, 2003.
- KIRKEBY, J. T. BIRGISDOTTIR, H.; HANSEN, T. L.; CHRISTENSEN, T. H.; BHANDER, G. S.; HAUSCHILD. M. **Evaluation of environmental impacts from municipal solid waste management in the municipality of Aarhus, Denmark (EASEWASTE)**. Waste Management & Research. 24: p. 16-26. 2006.
- MACEDO, JR. G. M.; COSTA, C. E. F. S.; NETO, I. C., Avaliação hidroquímica e da qualidade das águas de um trecho do rio açu, rio grande do norte. **Revista de Geologia**. n. 2. 16-27p, 2003.
- MARASHLIAN, N.; EL-FADEL, M. **The effect of food waste disposers on municipal waste and wastewater management**. Waste Management & Research. 2005 23: p. 20-31.
- McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. **Water quality sourcebook: a guide to water parameters**. Ottawa, 1979.
- MADARIAGA, R.; G. PIERRER. **Les tremblments de terre**. Press du CNRS, 1991. 210p.
- MAGNANINI, A. Floras Aquática e Terrestre – O Enfoque Ecológico do Problema da Manutenção e Alteração. In: **Seminário sobre Efeitos de Grandes Barragens no Meio-Ambiente e no Desenvolvimento Regional**. São Paulo, 1978. 14p.
- MAIA, J. S. S.; OLIVEIRA, H. T. 2003. Concepções e práticas em educação ambiental de professores do ensino médio. In: **Encontro Pesquisa em Educação Ambiental: abordagens epistemológicas e metodológicas**, 2. São Carlos, Anais, São Carlos. UFSCar, 2003.

MANCHE, Y. **Analyse spatiale et mise en place de systèmes d'information pour l'évaluation de la vulnérabilité des territoires de montagne face aux risque naturels.** Grenoble, 2000. 175p. Thèse (Docteur Géographie). Université Joseph Fourier.

MASKREY, A. **Navegando entre Brumas.** La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis del Riesgo en América Latina. Colombia. La Red, ITDG. Tercer Mundo Editores, 1998.

_____. **Los desastres no son naturales.** LA RED, ITDG, 1993.

_____. **El manejo popular de los desastres naturales.** Estudios de vulnerabilidad y mitigación. Lima. ITDG, 1989.

MARIZ, R. 2006. **A ameaça do deserto.** Correio Brasiliense, 22/08/06, pág. 10. Disponível em: <<http://desertificacao.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em 25/10/2006.

MEDEIROS, C. N. de.; PETTA, R. A. Uso do sensoriamento remoto e processamento digital de imagens utilizadas para mapear a mancha urbana do município de Parnamirim (RN). **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 617-624.

MITCHELL, J. T.; CUTTER. L. S. (1997). **Global Change and Environmental Hazards: Is the World Becoming More Disastrous?** Washington. Association o American Geographers. <<http://www.aag.org/hdgc/www/hazards/units/unit1/html/unit1frame.html>>, Acessado em 12 de mai de 2010.

MEDINA, J. **Los Desastres Si Avisan.** Estudios de Vulnerabilidad y mitigacion. Lima. In: II. ITDG, 1992, 172p.

MINAYA, A. P. Análisis de riesgos de desastres mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (sig). in **Navegando entre Brumas.** Perú. La RED, 1998, p.78-116.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL - MAVDT. **Manual técnico para la ejecución de análisis de risgos para sitios de distribución de derivados de hidrocarburos.** Bogotá, 2008.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS - MEF. **Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planicación e unversión para el desarrollo.** Lima, 2007.

ZEGARRA, J. K. **Consultoría para la incorporación del análisis de riesgo asociado a peligros naturales en la formulación de proyectos de infraestructura en el marco del sistema nacional de inversión pública.** Lima. MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, 2005.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE - MEDD; MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES TRANSPORTS, DU LOGEMENT, DU TOURISME ET DE LA MER - METLTM. **Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risque sismique. Guide méthodologique.** Rapport technique. 2002.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca – PAN-BRASIL.** Lima, J. R. (coord.). Brasília, 2004.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 Brasileira: bases para discussões.** NOVAES, W. (coord.). MMA/PNUD, Brasília, 2002.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 Brasileira: encontro regional Nordeste.** Brasília, 2001.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil,** Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba. Brasília, 2007.

MME - MINISTERIO de MINAS E ENERGIA. **Diagnóstico do Município de Soledade.** Recife, 2005.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública,** São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

MORAIS NETO, J. M. de. **Gestão de Riscos a Desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Semi-árido Paraibano: uma análise comparativa.** 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

MOREIRA, M. A.; ASSUNÇÃO, G. V. **Princípios básicos, metodológicos e aplicação do sensoriamento remoto na agricultura.** INPE. 3199-MD/027. 1984.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2ª ed. São José dos Campos, 2001.

- MORALES, C.; PARADA, S. **Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales**. Santiago de Chile. Naciones Unidas, 2005
- MOTA, J. A. **O Valor da Natureza: economia e política dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**, 2ª ed. Rio de Janeiro: ABEAS, 1995.
- NASCIMENTO, F. D.; NAKASU, L. **Percepção ambiental: lavadeiras de roupas do rio contendadas, cidade de Massapê-CE**. Sobal. **Revista Homem, Tempo e Espaço**, 2007.
- NDMC - National Drought Mitigation Center. **Impacts of Drought**. Disponível em: <<http://drought.unl.edu/plan/plan.htm>>. Acessado em: 10 de jun de 2010.
- NISTAL, M. A. I. **Críterios para la creacion de um sistema de informação territorial**. In: Conferência Latinoamericana sobre informática em ceografia. San Jose, 1987. Anais, p. 345-374.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: principios e aplicações**. 2ª ed. São Paulo. Edgard Blucher, 1992.
- NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamneto e reuso agrícola**. São Paulo. Edigard Blücher, 2003
- OLIVEIRA, A.L., OBARA, A.T., RODRIGUES, M.A. 2007. Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciencias**, 6(3): 471-495.
- ODUM, P. E. **Ecologia**. Trad. TTRIBE, C. J. Guanabara. Rio de Janeiro, 1998.
- OLIVEIRA, F. O. **Percepção ambiental e gestão meio ambiental de Toritama(PE) – estudo da percepção de diferentes atores sociais sobre o rio Capibaribe**. Recife, 2007. 140 p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Politicas Ambientais). Universidade Federal de Pernambuco.
- OLIVEIRA, V. S. **Percepção social acerca da degradação ambiental e medidas de qualidade de água do rio Paraíba do sul no trecho entre Itaocara e São João da**

Barra, R.J. Goytacazes, 2006. 61 p. Monografia (Monografia em Ciências Biologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense.

OPPENHEIM, L. ANCIENT MESOPOTMIA. Chicago. UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, 1997.

OTT, W. R. Environmental Indices: theory and practice, Ann Arbor Science, Ann Arbor. Michigan, 1978. 371 p.

PARAÍBA - Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA PERH-PB. Plano estadual de recursos hídricos: resumo executivo & atlas. Brasília. Consórcio TC/BR Concremat, 2006.

PARENTI, T. & OAIGEN, E.R. 2003. Educação e ambiente: As concepções sociedade roraimense: uma análise das opiniões de professores e indígenas. In: **II Simpósio Sul-Brasileiro de Educação Ambiental, I Encontro da Rede Sul-Brasileira de Educação Ambiental, I Colóquio de Pesquisadores em Educação Ambiental da Região Sul, 2,** 2003, Itajaí. Anais. Itajaí(SC). UNIVALI.

PARCHEN, C.A.P., BRAGAGNOLO, N. Erosão e conservação de solos no Paraná. Curitiba. EMATER, 1991. 16p.

PÊCHEUX, M. Semântica e discurso: uma crítica a afirmação do óbvio. Campinas. EDUNICAMP, 1997.

PEEK, L. A. ; MILETI, Dennis. S. The history and future of disaster research. In: Bechtel, R. B. and Churchman, A. **Handbook of environmental psychology.** New York: John Wiley; Sons, 2002, p.511-524.

PELLETIER, R. E. Evaluating nonpoint pollution using remotely sensed data in soil erosion models. Journal of Soil and Water Conservation. V. 40, n. 3, p. 332-335, 1985.

PETROVICH, A. C. I.; ARAÚJO, M. F. .F. Percepção de professores e alunos sobre os usos e a qualidade da água em uma região semi-árida brasileira. Revista Educação Ambiental em Ação. n. 29, Ano VIII. p. 094-109. Set-Nov.2009. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/> Acessado em: 07 jun. 2010.

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; McNAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R. & BLAIR, R. **Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits.** *Science*, 267:1117-1123, 1995.

PIOLI, M. S. de B. **Águas doces: bem público de uso comum, com valor econômico exigível como instrumento de controle e gestão.** Disponível em: <http://www.qualidadeonline.com/jornal/centros/dossieragua/aguasdoces.pdf>, acessado em: 18/09/2006.

PNMA II - Programa Nacional do Meio Ambiente. **Projeto do Estado de Pernambuco no subcomponete monitoramento da Qualidade de água.** Seleção de índice e indicadores de qualidade da água aplicação dos índices selecionados. Disponível em: WWW.cprh.pe.gov.br/dowoloads/indice-agua-volume2.pdf. Acesso em: 23 de jun. de 2008.

PODESTA, B.; GIESECKE A. M. **El Nevado El Ruiz y el riesgo volcánico en América Latina.** Lima. CERESIS, (1990).

PORTO, M.; KELMAN, J. **Water Resources policy in Brazil.** 2005. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acessado em 03/09/2006.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracteriação da qualidade da água. In: PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia ambiental.** São Paulo. EDUSP-ABRH, 1991

PRINZ, Dieter; SINGH, Anupan, K. **Water Resources in arid regions and their sustainable management.** *Annals of Arid Lands*, Special issue on research. 2003.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. **Perspectivas do meio ambiente mundial - 2002 GEO-3: passado, presente e futuro.** Brasília. IBAMA-UMA, 2004.

Programa de Emprego e Renda-PRODER. **Picuí: diagnóstico socioeconômico.** Joao Pessoa. SEBRAE/PB, 1996.

RELPH, E. C. As bases fenomenológicas da geografia. **Geografia.** Rio Claro, UNESP, n.7, v. 4, p. 1-25, abril 1979.

REYES, W. J. W. de. **Análisis de vulnerabilidad a la contaminación del recurso hídrico en la subcuenca del río Siquirres, Costa Rica.** Turrialba, 2008. 228p.

Dissertação (Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado del CATIE.

REYES S. W. M. **Vulnerabilidad a desastres naturales, determinación de áreas críticas y propuesta de mitigación en la microcuenca del río Talgua, Honduras.** Turrialba, 2003. 118p. Dissertação (Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado del CATIE.

RIBEIRO, M. E.; GALIZONI, F. M. **Água, população rural e políticas de gestão: o caso do vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.** Disponível em: www.scielo.br/pdf/asoc/v5n2/a08v5n2.pdf. Acessado: 19/09/2006.

RICHARDSON, R. J.; PERES, J. A. de S.; WANDERLEY, J. C. V. ; et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3ª ed. Rev. e Atual. São Paulo: Atlas, 2008.

RIBEIRO, T. S.; MALAQUIAS, J. B. ; FERREIRA, L. L.; DANTAS, R. L.; OLIVEIRA, F. Q.; MALAQUIAS, M. L. 2008. Concepção sobre impactos ambientais de estudantes do curso magistério, no município de Itaporanga/PB no alto sertão paraibano. In: **X Encontro de Extensão e XI Encontro de Iniciação à Docência.** 2008, João Pessoa. Anais. João Pessoa, PB: UFPB.

RICKLEFS, R. E.; **A economia da natureza.** Trad. BUENO, C.; SILVA, P. P. de L.; MOUSINHO. P. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabar Koogan S.A, 2003.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar.** 2ª ed. Juiz de Fora. UFJF, 2007.

ROCHA, J. D. Fenómenos naturales, concentracion urbana y desastres em Améria Lantina. **Perlises Latinoamericanos.** México. n. 20. pp. 177-206. 2002.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais.** Santa Maria. Imprensa Universitária, 1997.

ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de manejo intregrado de bacias hidrográficas.** Santa Maria. Edições UFSM CCR/UFSM, 2001.

ROSA, L. G.; LEITE, V. D.; SILVA, M. M. P. Concepção de ambiente e educação ambiental de educadores e educadoras de um escola de formação inicial em pedagogia, nível médio. Campus Carreiros. **Remea**. V. 18. jan-jul, 20007.

ROSA, P. R. **A relação erosão regressiva e assoreamento no fundo do vale: o caso do açude Namorado em São João do Cariri**. Areia. (Dissertação de Mestrado em Manejo de solo e água) – Universidade Federal de Paraíba. 2005.60p.

SÁ, I. B. **Monitoramento ambiental: a degradação no Trópico semi-árido do nordeste brasileiro**. Anais do I Simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Aracaju, 2002

SABORIO, J.B.; M. F. UREÑA. **Estudio riesgo intgral em la cuenca del Río Savegre**. Instituto Costarricense de electricidad. Costa Rica, 2003.

Salgado Montoya, RA. **Análisis integral del riesgo a deslizamiento e inundaciones en la microcuenca del río Gila, Copán, Honduras**. Turrialba, 2005. 172p. Dissertação (Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Posgrado del CATIE.

SÁNCHEZ, P. S. **O processo de ocupação em áreas de proteção aos mananciais: conflito social com a Lei e realidade social na região metropolitana de São Paulo**. In: MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. S. **Uso e getão dos recuros hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São carlos: RIAMA,2003.

SANTOS, A. C.; NUNES, O. O.; FIGUEIREDO, M. L. F. A percepção da população da comunidade de torrões sobre a qualidade da água dos poços Amazonas. **Caminhos da Geografia**, Brasília, v. 9, n. 28, p. 243-261, 2008.

SANTOS, R. F dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo. Oficina de Testos, 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPIO, Y.; VITAL, T. et al. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife. UFPE, 2003.

SANTOS; T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. (Org.). **GEO BRASIL 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília. IBAMA, 2002.

SAWYER, C. N.; MACCARTY, P. L. & PARKIN, G. F. **Chemistry of Environmental Engineering**. 4° Ed., International Student Edition, MacGraw-Hill Book Company, 1994, 858p.

SECRETARIA TOF THE UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. **Down to earth**. Ssitzerland, 2000.

SEOÁNEZ, M. A. I. **Ingenharia del medioambiente aplicada al médio natural continetal**. Segunda ediciín. Madrid. Mundi-Prensa, 1999. 702 p.

SCHENKEL, C. S.; MATALLO JUNIOR, H. **Desertificação**. Brasília. UNESCO, 2003.

SELBORNE, L. A ética do uso da água doce: um levantamento. **Cadernos UNESCO Brasil**, série MEIO AMBIENTE, Brasília: UNESCO, v. 3, 80p, 2001

SEGURA, G. Q.; DUARTE; G. M. R. **Vulnerabilidad social instrumentos metodologicos para la evaluación**. San Ruan de Pasto. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero - Ambiental y Nuclear-Adscrito al Ministerio de Minas y Energia y la Universidad de Nariño. 2001.

SEMARHM. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais/SUDEMA – Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba: Região do Cariri Ocidental - Estudos Hidrológicos**. João Pessoa. Paraíba 2000.

SEPLAN (Secretaria de Planejamento do Estado da Paraíba). **Plano de desenvolvimento Sustentável:1996-2010** – João Pessoa, 1997.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO e FINANÇAS-RN; Instituto Interamericano de Cooperação com a Agricultura – IICA; Conselho de Desenvolvimento Sustentável do Seridó. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó: Diagnóstico**. Vol.1, Caicó, 2000.

SELIG W.; HÜBENER, T.; MICHALIK, M. Dissolved and particulate phosphorus forms in a eutrophic shallow lake. **Aquatic Sciences**. v. 64, p. 97-105, 2002

SERRA, A. L. R. C. **Indicadores de pressão para o Córrego do Piçarrão**. Campinas. 2002. 105p. Tese (Dissertação de mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campina.

- SETTI, A. A.; WERNECK, J.E. F.; CHAVES, A. G. M; PEREIRA, I C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília, AMNA, 2001.
- SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília, IBAMA, 1994.
- SHIKLOVANOV, I. A. **World water resources: a new appraisal and assessment for the 21 st century**. IHP, Unesco, 1998.
- SIMÕES, E. A. Q.; TIEDEMANN, K. B. Psicologia da percepção. *In*: RAPPAPORT, C. R. **Temas básicos da psicologia**. v. 10. São Paulo. Pedagógica e Universitária Ltda, 1985.
- SILVA, M. P.; ANDRADE, L. A. Capacitação de professores do ensino fundamental em educação ambiental: uma proposta em avaliação. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2001.
- SILVA, M. P.; LEITE, V. D.; ROSA, L.G.; VIEIRA, M. M.; SOUZA, J. M. F.; ANDRADE, L. A. Capacitação de professores do ensino fundamental em educação ambiental: uma proposta em avaliação. Percepção ambiental de educadores e educadoras do estado da Paraíba/Brasil. **XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**. Cancún, 2002.
- SILVA, E. L. da.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. Rev. e Atual. Laboratorio de Ensino a distancia da UFSC, 2001.
- SILVA, D. D. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Ministério do Meio Ambiente Brasília. 1997.
- SILVA, C. S.G. da. **Abordagens sobre o proceso de desertificação nos municípios de Parelhas e Equador no Estado do Rio Grande do Norte: uma avaliação**. Monografia. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 1999.
- SPERLING, M. V.; **Introdução à qualidade das águas e aos tratamentos de esgotos**. 2ª Ed. Belo Horizonte-MG. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- SOUZA, J. T.; LEITE, V. D. **Tratamento de Esgotos Domésticos na Agricultura**. 2º ed. Campina Grande: EDUEP, 2003.

SOUSA Jr. W.C. **Gestão da águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios.** Peirópolis, IEB, 2004.

SORIANO, R. R. **Manual de pesquisa social.** Trad. Ricardo Rosenbusch. Petropolis: Vozes, 2004.

SOTO, L. Z. **Módulos para la capacitación.** Versión 1.0. LA RED, 1998.

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2002. **Índice de Calidad del Agua General ICA.** Centro de Gobierno. San Salvador, El Salvador, Centro América. 14p. Consultado abr. 2008. Disponível em: <<http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>>. Acessado em: 12 out de 2010

TAVARES, J. L.; CEBALLOS, B. S. O.; ALBUQUERQUE, F. & GÓIS, R. S. S. Interferência de Fatores Hidrológicos na Qualidade da Água de uma Represa do Trópico Semi-Árido (Sapé-PB-Brasil). In: **Anais do XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental - "Gestion Ambiental en el Siglo XXI"**, AIDIS. Lima, 1998.

TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. **Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático.** *Biológico*, v. 64, n 2, pp 135-142, 2002.

TEOTIA, H.S.; ULBRICHIT, K.A.; CIVCO, D.L.; KENNARD, W.C. **Utilization of data for land use/cover mapping and soil/land classification in the Piaui state of northeastern Brasil.** In Proceeding of the XXIV ERIM.Int. Conf. Rio de Janeiro, 1991.

TEZA; C. T. V. **Bacia hidrográfica do alto descoberto: as influências da ocupação e uso na disponibilidade hídrica para abastecimento público.** Dissertação (Mestrado Planejamento e Gestão Ambiental). Brasília, 2008. Universidade Católica de Brasília.

TUAN, Y.F. **Topophilia: A study of environmental perception, attitudes, and values.** New York. Columbia Univesity Press, 1990.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. **A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025.** Disponível em: http://www.unb.br/ft/enc/recursos_hidricos/relatorio.pdf, 2000.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. (ORG.). **A avaliação e controle da drenagem urbana.** UFRS: Porto Alegre, 2000.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos, Editora Rima, IIE, 2003.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo. Oficina, 2008.

TURNER, B.L.; KASPERSON, R. E.; MATSON, P. A. et al. (2003). **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**. Proceedings of the National Academy of Sciences USA (PNAS), vol. 100, No. 14. pp. 8074-8079. <http://www.pnas.org/cgi/reprint/100/14/8074.pdf> Acessado em 12 de mai de 2006.

THEYS, J. La société vulnérable. *in* FABIANI, J. L.; THIES, J.: **La société vulnérable, évaluer et maîtriser tes risques**. Paris: Ecole Normal Supérieure, 1987. 674 pp.

UNEP - United Nations Environment Programme – **Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification (DRAFT REPPORT)**, NAIROBI, 1991.

UNITED NATIONS - UN; INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION – ISDR. **Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives**. Version 2004. Geneva. United Nations, 2004. 430 pp.

VALE, F. R.; GUEDES, G. A. A.; GUILHERME, L. R. G.; FURTINI NETO, A.E. **Manejo da fertilidade do solo**. Lavras. UFLA/FAEPE, 1997.

VEAK, P. **Risk Analysis and Insurance**. IEEE Colloquium: Engineering Managers - Managing Engineers, Part 3 - The Transition into Corporate Mangement, 30 Jan, 1992.

VENAZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação em geologia**. INPE. São José dos Campos, 1982.

VENTURA, S. J.; NIEMANN, B. J.; MOYER, D.D. **A multipurpose land information system for rural resource planning**. Journal of Soil and Water Conservation. V. 43, n. 3, p. 226-229, 1988.

ZUQUETTE, L. V.; NAKAZAWA, V. A. Cartas de Geologia de Engenharia. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo, ABGE. 1998.

WADE, ANDREAS; DENAFAS, G.; RACYS, V.; RIMAITYTE, I.; POVILAITYTE, R. **An assessment of the current and future options for domestic waste management in Kaunas, Lithuania.** Waste Management & Research. 2006 24: p. 27-36.

WALSH, S. J. **Geographic information system for rural resource planning.** Journal of Soil and Water Conservation. V. 40, n. 5, p. 202-205, 1985.

WETZEL, R.G. **Limnología.** Barcelona. Omega, 1981.

WILCHES-CHAUX, G. **La Vulnerabilidad Global.** En Maskrey, A. (ed.) Los Desastres no son Naturales. Colombia. La Red. Tercer Mundo Editores, 1993.

WILCHES-CHAUX, G. **Pensar globalmente: La Vulnerabilidad Global.** Bogotá, 1988

WILCHES-CHAUX, G. **El programa de reconstrucción desarrollado un Popayán por una institución de formación profesional.** Conferencia Internacional sobre Implementación de programas de Mitigación de Desastres, Kington, 1984.

WILHITE, D. A. **Planning for Drought: A process for State Government.** IDIC Technical Report Series 90-1. International Drought Information Center, Department of Agricultural Meteorology, University of Nebraska-Lincoln, 1990.

WHITE, G.F., **Papers on Flood Problems, Research Paper.** No. 70. Department of Geography, University of Chicago. 1961.

WINCHESTER, P. **Power, choice and vulnerability: A Case Study in Disaster mismanagement in South India** London. JAMES & JAMES, 1992.

WISNER, B.; BAIKIE, P.; CANNON, T. et al. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters.** Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id>>. Acessado em: 22/05/2009.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for safe recreational water environments: coastal and fresh waters.** Vol.1, WHO, 2003.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO (1997). **Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World.** WMO, Geneva. Disponível: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/index.html>> Acessado em: 19/09/2006.

ANEXOS

ANEXO A - Questionários de percepção Ambiental

QUESTIONÁRIO – PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Esta pesquisa tem como objetivo obter dados referentes à percepção ambiental da população que reside nas proximidades do açude Soledade. Seus resultados serão utilizados para tese de Doutorado do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFCG-PB. Não haverá identificação da pessoa pesquisada.

Idade: _____ Número da residência: _____

Sexo () Masculino () Feminino

1 – Há quanto tempo você mora nas proximidades do açude Soledade?

2 – Qual seu nível de escolaridade?

3 – No momento atual, qual seu interesse pela temática ambiental?

() Muito () Pouco () Nenhum

4 – Pensando em Meio Ambiente descreva a imagem que vem à sua mente.

5 - Você acha importante manter a vegetação nas margens do açude? Por que?

6 - Você faz algum uso da água do açude?

() Sim () Não

7 - Em caso afirmativo para que fim utiliza a água.

() Lazer () Abastecimento domestico () Pesca () Despejo de dejetos

() Aquicultura () Dessedentação de animais () Irrigação () Despejo de

lixo

() Outro _____

8 – Qual é a sua opinião sobre a qualidade da água do açude Soledade?

() Ótima () Boa () Regular () Ruim () Péssima () Não Sei

9 – O que faz você indicar este nível de qualidade para a água do açude Soledade?

10 - Alguma pessoa de sua família já foi acometido por doenças relacionadas ao uso do açude.

() Sim () Não

11 - Em caso afirmativo cite a doença.

12 - Você sabe o que significa o termo bacia hidrográfica?

() Sim () Não

13 - Você sabe a qual bacia hidrográfica pertence à cidade de Soledade?

() Sim () Não

14 - Em caso afirmativo cite o nome desta bacia hidrográfica.

15 - Você tem conhecimento do termo comitê de bacia hidrográfica?

() Sim () Não

16 - Você tem conhecimento da participação da sociedade em algum comitê de bacia hidrográfica?

() Sim () Não

17 - Em caso afirmativo, essa pessoa participa de qual comitê?

18 – Você tem conhecimento da existência de problemas ambientais que afetam a qualidade da água do açude?

() Sim () Não

19 - Em caso afirmativo cite-os.

20 - Você se sente incomodado com esses problemas?

Sim Não Sou indiferente

21 - Em relação a tal incômodo você tomou alguma atitude para mudar a situação?

Sim Não

22 - Qual foi sua atitude para mudar a situação?

23 - Em seu dia-a-dia você considera que pratica alguma ação que cause dano ao açude?

Sim Não

24 - Em caso afirmativo cite esta(s) ação(ões).

25 - Quais das fontes abaixo você utiliza para obter informações ambientais?

Escola Livro Periódicos Científicos Televisão Rádio

Jornal Revista Internet

Outro _____

ANEXO B – Questionários de vulnerabilidades

Esta pesquisa tem como objetivo obter dados referentes à vulnerabilidade ambiental da população que reside nas proximidades do açude Soledade. Seus resultados serão utilizados para tese de Doutorado do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFCG-PB. Não haverá identificação da pessoa pesquisada.

1.VUNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA

Idade do chefe da família			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.1		< 20anos	1
		21 - 35 anos	2
		36 - 45anos	3
		46 - 65	4
		> 66 anos	5
Grau de instrução do chefe da família			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.2		Analfabeto	9
		Fundamental 1	8
		Fundamental 2	7
		Ensino Médio incompleto	6
		Ensino Médio completo	5
		Graduação	4
		Especialização	3
		Mestrado	2
Doutorado	1		
Media da idade do núcleo familiar			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.3		< 21anos	1
		21 - 35 anos	2
		36 - 45anos	3
		46 - 65	4
		> 66 anos	5
Total de pessoas no núcleo familiar			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.4		1 pessoa	1
		2 pessoas	2
		3 pessoas	3
		4 pessoas	4
		5 pessoas	5
		6 pessoas	6
		7 pessoas	7
		> 7 pessoas	8

Porcentagem de pessoas economicamente ativa no núcleo familiar			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.5		≤ 20%	5
		21 - 40%	4
		41 - 60%	3
		61 - 80%	2
		81 - 100%	1
Renda total aproximada da residência (mensal)			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.6		> 21 salários mínimos	1
		11 - 21 salários mínimos	2
		5 - 10 salários mínimos	3
		5 - 3 salários mínimos	4
		< 3 salários mínimos	5
Residência			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.7		Própria quitada	1
		Própria em pagamento	2
		Alugada	3
		Cedida	4
Numero de pessoas por dormitório			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.8		1 pessoa	1
		2 pessoas	2
		3 pessoas	3
		4 pessoas	4
		5 pessoas	5
		> 5 pessoas	6
Tipo de fogão			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
1.9		Microondas	1
		Elétrico	2
		Gás	3
		Carvão	4
		Lenha	5

Eletrodoméstico					
Item	Eleto-eletrônico	Código encontrado	Alternativas	Código	
1.10	Geladeira		Tem	1	
1.11	Televisão		Não tem	2	
1.12	DVD				
1.13	Aparelho de som				
1.14	Forno micro-ondas				
1.15	Telefone				
1.16	Maquina de lavar roupa				
1.17	Computador				
Consumo de alimentos					
Item	Alimentos	Código encontrado	Dias/sem ana	Alternativas	Código
1.18	Leite		1	Muito baixo	7
1.19	Carne		2	Baixo	6
1.20	Frutas		3	Médio baixo	5
1.21	Legumes		4	Médio	4
1.22	Verduras		5	Médio alto	3
1.23	Batata		6	Alto	2
1.24	Ovos		7	Muito alto	1
1.25	Massas				
1.26	Arroz/Feijão				
1.27	Peixes				
1.28	Aves				
1.29	Café				
1.30	Chá				
1.31	Cuscuz				
1.32	Pão				

2.VUNERABILIDADE FÍSICA-TÉCNICA

Tipo de habitação			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.1		Casa de taipa	3
		Casa de madeira	2
		Casa de tijolo	1
Tipo de Telhado			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.2		Palha	4
		Zinco	3
		Amianto	2
		Telha	1
Número de casas a menos de 50 metros do açude			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.3		> 30	5
		21 -30	4
		11 -20	3
		6 -10	2
		≤ 5	1
Número de casas sem fossa			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.4		0	5
		≤ 3	4
		4 – 6	3
		7 – 9	2
		≥ 9	1
Número de casas a menos de 50 metros do açude lançam água residuária no solo			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.5		0	5
		≤ 3	4
		4 – 6	3
		7 – 9	2
		≥ 9	1

Eliminação do lixo			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.6		Descarte no solo	3
		Enterra ou queima	2
		Coleta	1
Água consumida			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.7		Manancial de superfície (Açude)	5
		Poço escavado (lençol freático)	4
		Captação da chuva	3
		Poço artesiano	2
		Potável (Cagepa)	1
Distância em metros entre o açude e estradas/rodovias			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.8		>140 m	5
		110 – 140 m	4
		81 – 110 m	3
		51 – 80 m	2
		≤ 50m	1
Distância em metros entre o açude e lixão			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
2.9		≤ 500	5
		501 – 900	4
		901 - 1300	3
		1301 – 1600	2
		> 1600	1

3. VUNERABILIDADE ECOLOGICA-AMBIENTAL

Porcentagem da população que utiliza agroquímicos			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.1		>90	5
		65- 90	4
		40-64,9	3
		15-39,9	2
		<15	1
Porcentagem de população que praticam agricultura e pastoreio na área de proteção			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.2		>47	5
		32-47	4
		16- 31,9	3
		5- 15,9	2
		<5	1
Tipo de erosão predominante entorno do açude			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3		Sulcos/voçorocas	5
		Sulcos	4
		Ravinas	3
		Erosão laminar	2
		Não observado	1
Número de pocilgas na área de proteção ambiental			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.4		>6	5
		5-6	4
		3-4	3
		1- 2	2
		Zero	1
Sistema de irrigação			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.5		Não utiliza	3
		Ocasionalmente	2
		Regularmente	1

Número de currais na área de proteção ambiental			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.6		>6	5
		5-6	4
		3-4	3
		1- 2	2
		Zero	1
Evidência de resíduos sólidos as margens do açude			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.7		Alta	5
		Média	4
		Regular	3
		Pouca	2
		Nenhuma	1
Extração de argila em áreas de proteção ambiental			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.8		Sim	2
		Não	1
Sistema de tratamento de esgoto			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.9		Sim	2
		Não	1
Tipo de instalações da pocilga (Chiqueiro)			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.10		Arame	4
		Madeira	3
		Madeira-Tijolo	2
		Tijolo	1
Existe tratamento para os dejetos da pocilga			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.11		Não	2
		Sim	1
Situação legal da pocilga			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.12		Desconhece a legislação	4
		Não atende a legislação	3
		Atende a legislação e não tem licença	2
		Atende a legislação e tem licença	1

Porcentagem de população que praticam agricultura			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.13		>90	5
		65-90	4
		40-64,9	3
		15-39,9	2
		<15	1
Evidência de retirada da mata ciliar			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.14		Alta	5
		Média	4
		Regular	3
		Pouca	2
		Nenhuma	1
Índice de balneabilidade			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.15		Imprópria	4
		Regular	3
		Boa	2
		Ótima	1
Porcentagem da população que adquiriu doença de veiculação hídrica nos últimos 2 anos			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.15		> 46%	5
		31-46%	4
		16-31%	3
		5-15%	2
		<5%	1
Índice de Qualidade de água – IQA			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
3.16		Péssima	5
		Regular	4
		Aceitável	3
		Boa	2
		Ótima	1

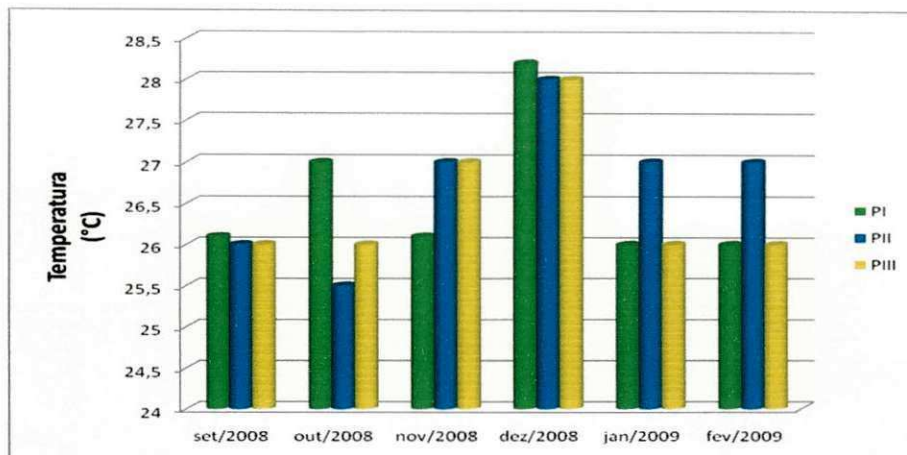
4.VULNERABILIDADE EDUCATIVA-POLÍTICA-INSTITUCIONAL

Número de capacitação relacionadas temática ambiental realizadas nos últimos dois anos			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.1		Zero	5
		1	4
		2-3	3
		4-5	2
		>5	1
Nª de programas escritos ou veiculados via rádio relacionados a temática ambiental			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.2		Zero	5
		1	4
		2-3	3
		4-5	2
		>5	1
Nª de projetos e programas ambientais executados por ano pelo município			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.3		Zero	5
		1	4
		2-3	3
		4-5	2
		>5	1
Nª de projetos e programas ambientais executados por ano com apoio de instituições privadas e ONGs no município nos últimos dois anos			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.4		Zero	5
		1	4
		2-3	3
		4-5	2
		>5	1

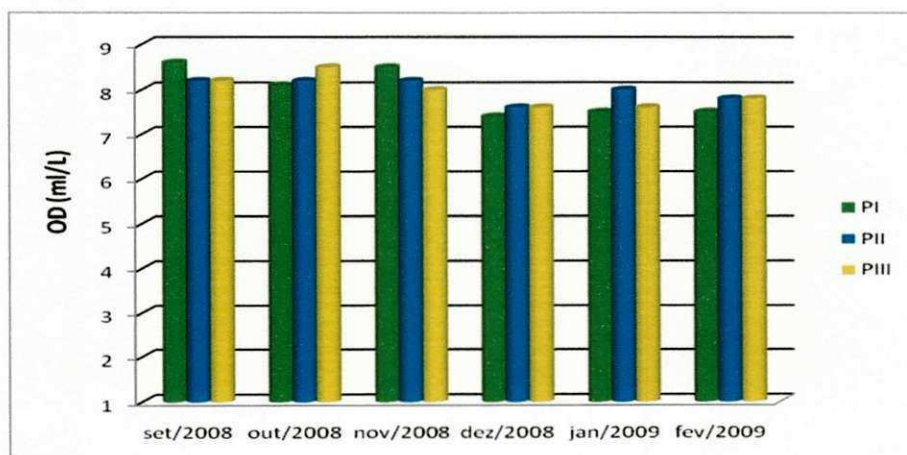
Conhecimento sobre leis de proteção dos recursos hídricos			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.5		Nenhum	5
		Pouco	4
		Regular	3
		Satisfatório	2
		Muito	1
Porcentagem de população que participou de capitação			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.6		<5%	5
		5 - 30,9%	4
		31- 56,9%	3
		57 - 82,9%	2
		≥83%	1
Porcentagem de população que praticam agricultura			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.7		<5%	5
		5 - 30,9%	4
		31- 56,9%	3
		57 - 82,9%	2
		≥83%	1
Programa que orienta a população sobre a disposição do lixo			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.8		Não	2
		Sim	1
Participação em ONG ou Associação			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.9		Não	2
		Sim	1
Programa de educação alimentar			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.10		Não	2
		Sim	1
Monitoramento da qualidade da água do açude			
Item	Código encontrado	Alternativas	Código
4.11		Não	2
		Sim	1

ANEXO C – Resultados de parametros de qualidade de água.

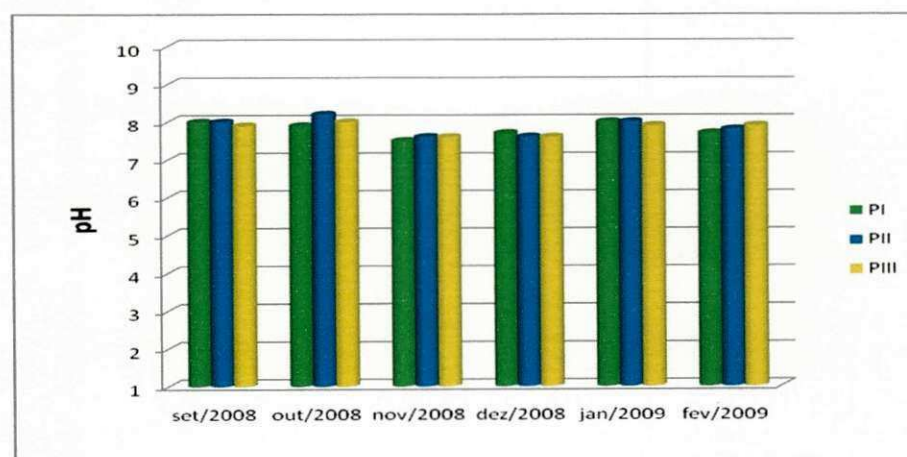
Temperatura da água nos três pontos de coleta.



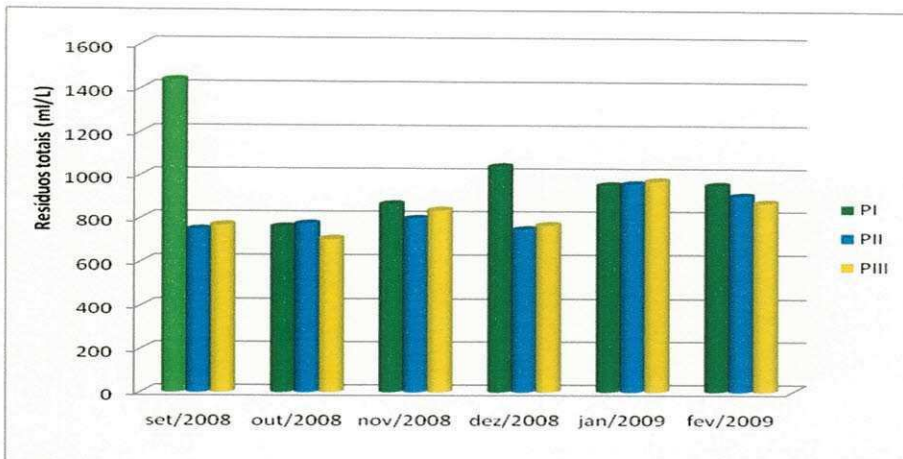
Concentrações de Oxigênio dissolvido nos três pontos de coleta.



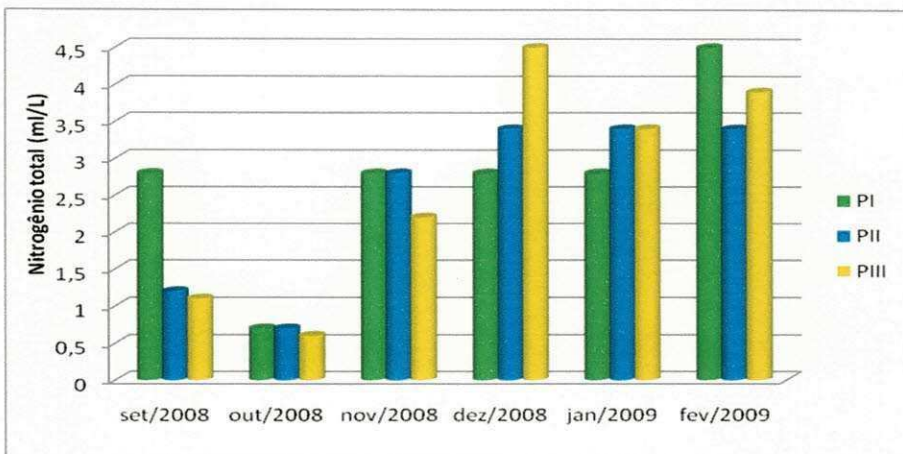
Valores de pH nos três pontos de coleta.



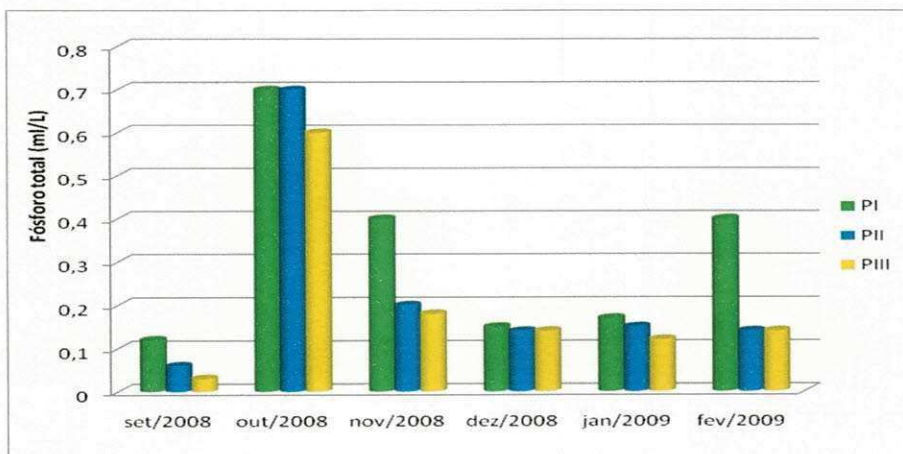
Concentrações de sólidos totais nos três pontos de coleta.



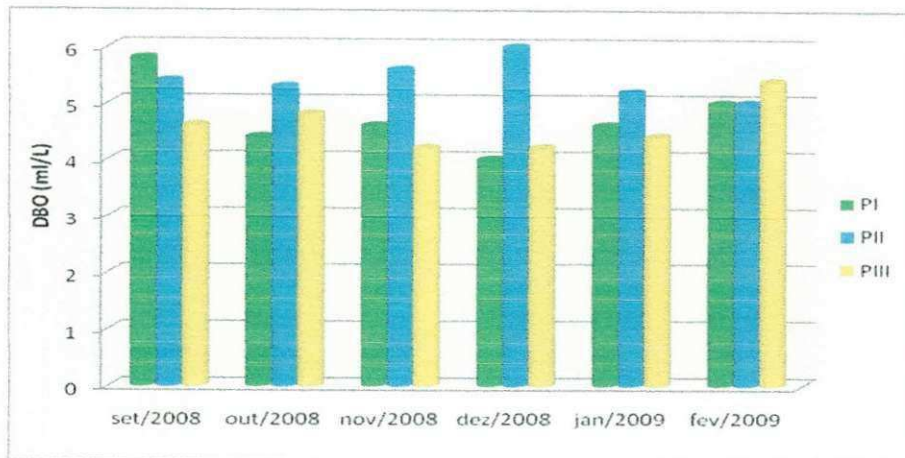
Concentrações de nitrogênio total nos três pontos de coleta.



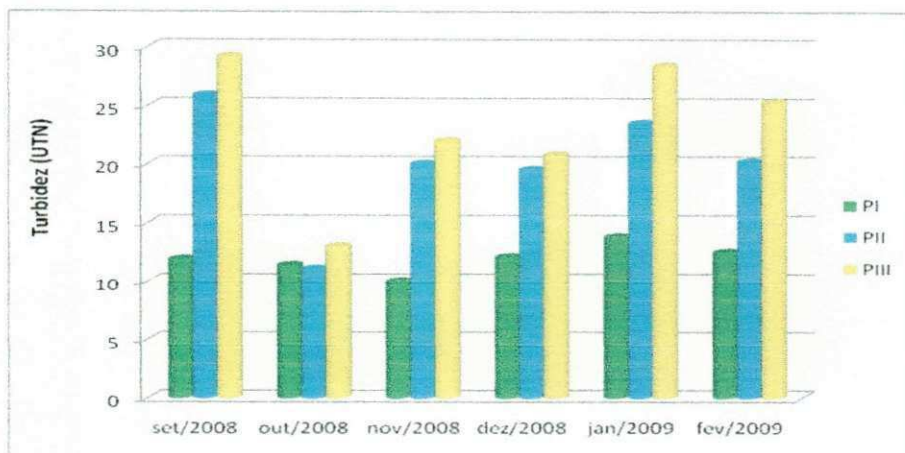
Concentrações de fósforo total nos três pontos de coleta.



Valores de DBO nos três pontos de coleta.



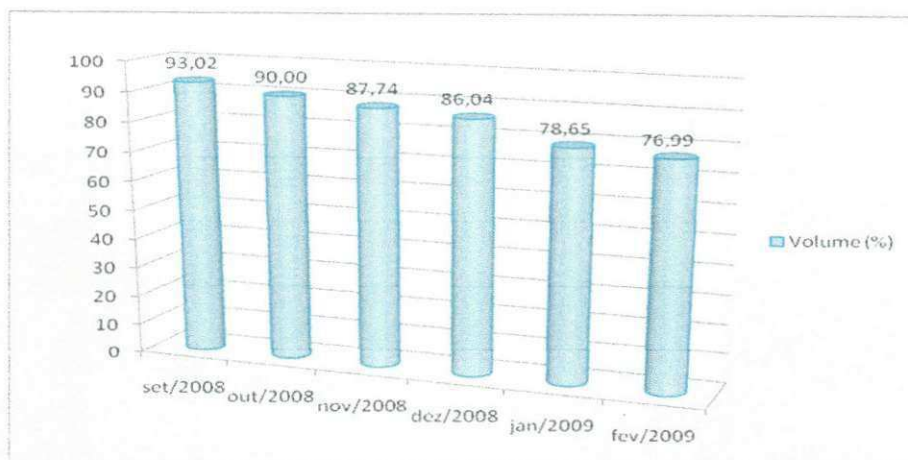
Valores de Turbidez nos três pontos de coleta.



Coliformes Fecais nos três pontos de coleta - CF (UFC / 100mL)

Pontos Mês	PI	PII	PII
Setembro/2008	$6,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$2,7 \times 10^5$
Outubro/2008	$4,8 \times 10^6$	$4,7 \times 10^6$	$4,8 \times 10^5$
Novembro/2008	$4,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
Dezembro/2008	$3,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$
Janeiro /2009	$4,6 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
Fevereiro/2009	$2,1 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$

Fonte: AESA (2010)



Pluviometria do período de estudado.

Fonte: AESA (2010)

