



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
MESTRADO EM RECURSOS NATURAIS**



**DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE
SOLEDADE. PB. UM ESTUDO TEMPORAL (1990-2010)**

MIGUEL JOSÉ DA SILVA

CAMPINA GRANDE - PB

2011

MIGUEL JOSÉ DA SILVA

**DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE
SOLEDADE. PB. UM ESTUDO TEMPORAL (1990-2010)**

A dissertação de mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande Paraíba como requisito para obtenção do título de mestrado em Recursos Naturais

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Gestão em Recursos Naturais

Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO
ORIENTADOR

CAMPINA GRANDE

2011

MIGUEL JOSÉ DA SILVA

DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
AÇUDE SOLEDADE, PB. UM ESTUDO TEMPORAL (1990-2010)

APROVADA EM: 31/08/2011

BANCA EXAMINADORA



Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dra. JOEDLA RODRIGUES DE LIMA
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586d Silva, Miguel José da.
Dinâmica da Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade. PB. Um Estudo temporal (1990-2010) / Miguel José da Silva. — Campina Grande, 2011.
97 f.: il. col.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto.

Referências.

*1. Bacia Hidrográfica. 2. Degradação das Terras. 3. Geoprocessamento.
4. Vulnerabilidade. I. Título.*

CDU 504.2/.3 (043)

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por todo o seu amor, por estar sempre presente em minha vida, ser fonte de inspiração, confiança.

Aos meus pais, José Henrique da Silva in memoriam e Maria Nelci da Silva, por conduzirem meus passos desde cedo com sabedoria e simplicidade, ensinando-me sempre as coisas corretas buscando solidificar meu caráter.

Aos meus irmãos: Luiz Gonzaga, Olimpio, Fernando, Marcos Antonio e Marcelo, e as irmãs Crizelita, Lucimare e Maria do Socorro.

A minha esposa Maria Gorete Bezerra da Silva por sua paciência e compreensão durante todos os momentos juntos de gloria e que Deus esteja sempre em nossos lados. Ao meu Filho, Luis Henrique B. da Silva.

Ao Professor João Miguel de Moraes Neto pela orientação, auxilio e ensinamento durante a realização deste trabalho.

Ao professor Marx Prestes Barbosa, por sua competência de ensinamento e conhecimento de historia perseverança e luta diária.

Aos colegas de trabalhos do (LSR), Maria de Fátima Fernandes, Márcia de Fátima Clemente e do CTRN Davi Oliveira dos Santos, e a todos que Deus esteja sempre em nossos lados.

A todos os colegas que sempre me deram força por minha luta e perseverança, enfrentando as dificuldades durante a construção deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. JUSTIFICATIVA.....	03
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	04
2.1. Localização da Área.....	04
2.2. <i>Clima</i>	04
2.3. <i>Geomorfologia</i>	05
2.4. <i>Geologia</i>	06
2.4. Solos.....	06
3. OBJETIVOS.....	08
3.1. Objetivo Geral.....	08
3.2. Objetivos Específicos.....	08
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
4.1. Desastres Ambientais ou Naturais.....	09
4.2. Risco a desastre e gestão.....	12
4.3. Vulnerabilidades	15
4.3.1. <i>Vulnerabilidade à seca no semiárido</i>	18
4.4. Desastre da desertificação: compreensão da gênese.....	19
4.4.1. O desastre da desertificação no semiárido nordestino.....	21
4.5. Degradação de bacias hidrográficas na Paraíba.....	25
4.6. Sensoriamento Remoto e Sistema.....	30
4.7. Sistema de Informação Geográfica (SGI)	31
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1. Materiais.....	33
5.1.1. Aquisição dos produtos sensores orbitais.....	33
5.2. Metodologia.....	33
5.3. Processamento digital das imagens.....	34
5.3.1. Manipulação de contraste.....	35
5.3.2. Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN.....	35
5.3.3. Composição multiespectral ajustada (b3 + IVDN + b1) – (CMA).....	35
5.3.4. Segmentação.....	36
5.3.5. Classificação de padrões	36
5.3.5.1. Análise das Imagens digitais do TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar.....	36
5.3.5.2 Trabalho de campo	37
5.3.6. Editoração dos mapas temáticos	37
5.4. Análise na Degradação das Terras e na Cobertura Vegetal	37
5.5. Diagnóstico sócio-econômico (Vulnerabilidade)	39
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1. Dinâmica da Degradação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Açude Soledade-PB	42

6.2. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade-PB	46
6.3. Mapas Digitais das Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra.....	52
6.4. Diagnóstico socioeconômico da população rural da bacia	58
6.5. Vulnerabilidade Social.....	59
6.5.1. Gênero.....	59
6.5.2. A Variável Demográfica do Grau de Escolaridade.. ...	59
6.5.3. As Variáveis do Tipo de Habitação e Local... ..	61
6.5.4. Energético utilizado para cozinhar e acesso a energia elétrica.....	63
6.5.5. Tipo de água consumida na população rural.....	64
6.5.6. Tipo de saneamento utilizado e formas de eliminação do lixo.....	65
6.5.7. Salubridade ambiental.....	65
6.6. Vulnerabilidade Econômica.....	66
6.6.1. Animais de trabalho e de produção.....	67
6.6.2. Produção e comercialização dos produtos agropecuários.....	69
6.6.3. Fonte oficial de crédito agrícola e renda familiar.....	69
6.7. Vulnerabilidade Tecnológica.....	70
6.7.1. Tipo de posse das terras, práticas conservacionistas utilizadas e assistência técnica	71
6.7.2. Conflitos ambientais e uso da irrigação	72
6.8. Vulnerabilidade às secas	74
6.8.1. Formas de armazenamento e captação de água	74
6.8.2. Fontes de água como forma de abastecimento animal e uso de irrigação	75
6.8.3. Formas de transporte da água e racionamento	76
6.8.4. Realização de manejo da caatinga e previsão do tempo	77
6.8.5. Ocupação do produtor no período de estiagem e planejamento produção.....	77
6.8.6. Comercialização dos produtos agropecuários e fonte de renda das propriedades.....	78
6.9. Análise comparativa das vulnerabilidades globais	79
7. CONCLUSÕES	81
7.1. RECOMENDAÇÕES	82
8. REFERÊNCIAS	83
ANEXO I	88
ANEXO II	92
ANEXO III	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo no Estado da Paraíba na Microrregião do Curimataú Ocidental do Agreste Paraibano.	04
Figura 2. Clima da área de estudo é Bsh – Quente e úmido com chuvas de outono-inverno.....	05
Figura 3. Geomorfologia da área de estudo (Planalto da Borborema superfície do planalto).	05
Figura 4. Situação dos níveis de degradação das terras na região Nordeste	23
Figura 5. Áreas susceptíveis a desertificação e núcleos de desertificação no semiárido nordestino.	23
Figura 6. Área piloto para estudo da Desertificação	24
Figura 7. Agentes de Saúde em treinamento feito pelos pesquisadores.	41
Figura 8. Composição Multiespectral Ajustada (CMA) Data de Passagem 18/06/1990.	43
Figura 9. Composição Multiespectral Ajustada (CMA) Data de Passagem 22/04/2010	44
Figura 10.(a e b). Aspecto geral de área ocupada pela cultura de palma forrageira. (06 58 17,4 S, 36 16 15,6 W; 06 54' 16.5" S, 36 15' 01.2" W).	45
Figura 11 (a, e b). Redução da mata ciliar aumenta o assoreamento dos rios e reduzem recursos hídricos. (7° 02 14,4 S, 36° 15 03,9 W).	45
Figura 12(a e b). Aspecto geral da área ocupada pela cultura de algaroba, solo exposto aos raios solares. (06 56' 14,3" S, 36 12' 43,2" W).	46
Figura 13. Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidrográfica bacia do açude Soledade PB 1990.	47
Figura 14. Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidrográfica bacia do açude Soledade PB 2010.	48
A (Figura 15 (a e b)). Caracteriza a vegetação densa com exemplares arbóreos, densidade populacional muito baixa e sem uso agrícola.	50
Figura 16(a e b). Área representada pelo nível de degradação moderada baixa. (7° 02' 14,4" S, 36° 15' 03,9" W; 07° 01' 30,8" S, 36° 15' 21,3" W)	50
Figura 17(a e b). Aspecto do nível de degradação moderado. (06° 57' 29,8" S, 36° 10' 40,5" W; 06° 58' 17,4" S, 36° 16' 15,6" W)	51
Figura 18 (a e b). Aspecto do nível de degradação moderada grave: (06° 56' 26,3" S, 36° 19' 00,5" W; 06° 55' 43,2" S, 36° 16' 49,7" W)	51
Figura 19. Características dos níveis de degradação grave. (07° 04' 11,4" S, 36° 18' 32,0" W; 07° 04' 11,4" S, 36° 18' 32,0" W; 06° 58' 32,8" S, 36° 16' 50,2" W; 6° 59' 28,6" S, 36° 14' 41" W;).	52
Figura 20. Mapa digital das classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Soledade PB 1990.....	53
Figura 21. Mapa digital das classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Soledade PB 2010.....	54
Figura 22 (a). A indústria de cerâmica, b) Retirada da vegetação de caatinga de forma indiscriminada, (06° 56' 13,4" S e 36° 17' 7,6" W ; 06° 56' 14,3" S e 36° 12' 43,2" W).	55
Figura 23 a). Área ocupada com cultura de milho e feijão (06° 58' 17,4" S, 36° 16' 15,6"	

W). b) área com palma forrageira em um bom estado de conservação. (06°58'20,4" S; 36° 16'09,4" W	56
Figura 24 (a e b). Aspecto geral da área com vegetação semi-densa. (7° 02' 14,4" S, 36° 15' 03,9" W).....	57
Figura 25(a). Vista parcial da área ocupada com pastagem e capim elefante. b). Caminho de sinal, vegetação rala e presença de solo exposto. (06°55'43,2" S, 36°16'49,7" W).....	57
Figura 26 (a e b). Aspecto geral da classe de vegetação rala e pastagem. (07° 01' 04,3" S,36° 14' 21,4" W).....	58
Figura 27. Vulnerabilidade Social da população.	59
Figura 28. A Variável do Grau de Escolaridade.....	60
Figura 29. Local da residência do produtor.	61
Figura 30. Tipo de habitação do produtor.	61
Figura 31(a). Casas de alvenaria em bom estado de conservação. (06°55'33,2" S, 36° 11' 31,8" W), b). Casas de taipa em bom estado de conservação (06° 58' 17,4 s 36° 16'15,6" W).	61
Figura 32. Tipo de piso da residência rural.	62
Figura 33. Tipo de teto da residência rural.....	62
Figura 34 a). Aspecto geral de moradia com condições sanitárias precárias. b) moradia com boas condições sanitárias. (06 57' 29.8" S, 36 10' 40.5" W; 06 55' 43.2" S, 36 16' 49.8" W)....	62
Figura 35. Tipo de eletrodomésticos do produtor rural.....	63
Figura 36. Tipo de consumo de energia, para cozinha rural.....	64
Figura 37. Tipo de água consumida pela população rural.....	64
Figura 38. Tipo de saneamento utilizado do produtor.	65
Figura 39. Formas de eliminação do lixo pelo produtor rural.	65
Figura 40. Vulnerabilidade Econômica.....	67
Figura 41 a). Animais de trabalho e de produção. b) Vista parcial da área sendo preparado para plantio da agricultura de sequeiro, o arado puxado pela tração animal, (06 56' 14.2" S, 36 17' 06.1" W).	67
Figura 42. Animais de produção do produtor rural.....	68
Figura 43 (a). Venda da produção agrícola. b) Venda da produção pecuária do produtor.	69
Figura 44 Fonte principal de crédito. Figura 45 Fonte da renda do produtor	70
Figura 46. Vulnerabilidade Tecnológica	70
Figura 47. Tipo de posse da terra. Figura 48. Tração de ferramentas utilizada	71
Figura 49. Assistência técnica ao produtor. . Figura 50. Obras de contenção e proteção..	71
Figura 51. Uso do solo. Figura 52. Práticas de conservação.....	72
Figura 53. Conflitos ambientais. Figura 54. Uso de irrigação.	73
Figura 55. Prática não orientada do uso do solo. (06° 57' 09,7" S, 36°15'41,1" W; 07° 01'16,2" S, 36°21'25,9" W).	73
Figura 56. Vulnerabilidade Global às Secas.	74
Figura 57. Captação da água da chuva.	75
Figura 58. Água das fontes permite abastecimento humano.	75

Figura 59. Água das fontes permite abastecimento animal.	76
Figura 60. Água das fontes permite irrigação.	76
Figura 61. Racionamento de água. Figura 62. Aproveitamento das águas residuais.....	77
Figura 63. Manejo da caatinga. Figura 64. Previsão do tempo.....	77
Figura 65. Ocupação nas estiagens. Figura 66. Planejamento da produção.....	78
Figura 67. Comercialização dos produtos agrícola.	79
Figura 68. Fonte de renda do produtor rural.....	79

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Tipos de eventos por região (janeiro a junho de 2010)	10
Tabela 2 Níveis de degradação das terras para os anos de 1987 e 2005	26
Tabela 3. Dados das imagens LANDSAT 5 utilizadas no estudo.....	33
Tabela 4 Indicadores de fotointerpretativo dos níveis de degradação	38
Tabela 5. Classes de vulnerabilidades do diagnóstico sócio-econômico	39
Tabela 6. Fator vulnerabilidade e as respectivas variáveis	40
Tabela 7. Quantificação dos níveis de degradação das terras, no período de 1990 e 2010	48
Tabela 8. Quantificação das classes de cobertura vegetal para o período de 1990 e 2010	53
Tabela 9. Percentual de analfabetismos considerando a idade entre 7-14 e > 25 anos. IDH Educação dos municípios da área de estudo –1991-2000	60
Tabela 10. Anos de Estudo nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do açude Soledade. PB.	60
Tabela 11. Salubridade rural da população da bacia do açude Soledade.PB	66
Tabela 12. Efetivos de rebanhos – 2009	68
Tabela 13. Formas de armazenamento d'água	75
Tabela 14. Formas de abastecimento domiciliar da população	76
Tabela 15. Comparação das vulnerabilidades encontrada com as existentes na bibliografia... ..	80

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1. Representação gráfica dos Níveis de Degradação para os anos de 1990 a 2010	49
Gráfico 2. Áreas de Classes de vegetação (km ²) no período de 1990 a 2010.....	55

LISTA DE SIGLAS	X
------------------------------	----------

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

Art. - Artigo

APED - Áreas Piloto Para Estudos de Desertificação

AAPD - Áreas Afetadas Pelo Processo de Desertificação

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

CNM - Confederação Nacional dos Municípios

CMA – Composição Multiespectral Ajustada

SINDEC - Desastre Segundo a Política Nacional de Defesa Civil

DFC - Diagnóstico Físico-Conservacionista

EIRD - Estratégia Internacional Para a Redução de Desastres

EMPRESA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MIN - Ministério da Integração Nacional

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

ID - Índice de Degradação

IDA - Índice de Degradação Ambiental

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IPH - ÍNDICE DE POBREZA HUMANA

IVDN – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

SIGI - Sistema de Informação Geográfica

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente

SRH – Secretaria de Recursos Humanos

SINDEC - Sindicato dos Empregados no Comércio de Canoas

PNUMA - Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente

PERH - Política Estadual de Recursos Hídricos

ONU - Organização das Nações Unidas

UNDRO - United Nations Disasters Relief Office

UNCCD - Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de construir com a discussão a problemática da dinâmica da degradação ambiental na bacia do açude Soledade. PB, pois se propôs avaliar os efeitos causados pelo aumento e/ou diminuição dos níveis de degradação e das classes de cobertura vegetal entre 1990 e 2010, e também realizar um diagnóstico das vulnerabilidades sócio econômico tecnológico e ambiental das famílias rurais da bacia. A partir das informações de cobertura vegetal, relevo, uso da terra, degradação e densidade demográfica, foi descritas as áreas susceptíveis a degradação ambiental. Os resultados obtidos através dos mapas temáticos de degradação e cobertura foi utilizado imagem Satélite Landsat 5 e 7 usando técnicas de processamento utilizando-se do programa Spring 5.1.5, base descritivo do trabalho de campo, onde foi utilizado dados do posicionamento global GPS e registro de imagens fotográficas em cada observação, e as vulnerabilidades apresentaram os percentuais de 12,8%, 46%, 68,7% e 75%, os 12,8% da social causada por distribuição de renda, baixo salubridade rural e as moradias. As conclusões foram construídas através de processos determinado de uma relação temporal das variações nos níveis degradação das terras, das classes de cobertura vegetal, e ambas tiveram evolução. O estudo contabilizou uma área de 300,2 Km² na bacia, e que 48,3% do território em 1990, pertenciam aos níveis de degradação muito baixa e moderada baixa, em 2010 foi para 23,9% sua redução mostra que a região em estudo apresenta-se vulnerável na utilização destes recursos naturais causado pelo desmatamento no uso da pecuária extensiva e agricultura, o desordenado uso da madeira para fontes energéticas e agropecuária intensiva reduziu a vegetação nativa da região 9,8 Km² durante os vinte anos intervalo da pesquisa.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, degradação das terras, vulnerabilidade, geoprocessamento.

ABSTRACT

This study aimed to build the problem with the discussion of the dynamics of environmental degradation in the basin of the dam Soledade PB, as it proposed to evaluate the effects caused by the increase and / or decreased levels of degradation and land cover classes between 1990 and 2010, and also perform a diagnosis of vulnerabilities technological and socio-economic environment of rural families in the basin. From the information of vegetation, topography, land use, degradation and population density, was described areas susceptible to environmental degradation. The results obtained by degradation of thematic maps and satellite image coverage was used Landsat 5 and 7 using processing techniques using the program Spring 5.1.5, based on descriptive field work, where he was given use of the GPS global positioning and registration images of each observation, and the vulnerabilities presented the percentages of 12.8%, 46%, 75% and 68.7%, 12.8% of those caused by social distribution of income, low health and rural dwellings. The conclusions were constructed through processes determined by temporal variations in levels of degradation of the lands, land cover classes, and both had evolution. The study accounted for an area of 300.2 km² basin, and that 48.3% of the territory in 1990, belonged to very low levels of degradation and moderately low in 2010 was its reduction to 23.9% shows that the region study presents the use of these vulnerable natural resources caused by deforestation in the use of extensive livestock and agriculture, the uncontrolled use of wood for energy sources and intensive farming has reduced the native vegetation of the area 9.8 km² during the twenty of research range.

Key words: Basin hydrographic, degradation of the lands, vulnerability, geoprocessing

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação pode ser considerado um problema global, haja vista a sua ocorrência em mais de 100 países. No nordeste do Brasil, principalmente na região Semiárida, os problemas econômicos e sociais são recorrentes, com danos ambientais impactantes e degradantes, causando enormes prejuízos econômicos aos municípios, ao estado e ao ambiente, devido o mau uso e manejo não adequado das terras.

De forma similar, as bacias hidrográficas e os mananciais nela contidos, são também impactados e degradados, pela poluição e contaminação da água, pelo assoreamento e desmatamento das matas ciliares, ocasionando perdas econômicas e ambientais consideráveis a região de forma parcial e/ou permanentes. Esse processo de degradação vem sendo intensificado ao longo dos anos, conforme VIANA (1999) abrange uma área de aproximadamente 181.000 Km². De todos os estados nordestinos a Paraíba apresenta um dos maiores índices de desertificação, causados pelas terras degradadas. Estudos relatam que dos 56.372 Km² da área total do Estado mais de 70% se encontram em processo de desertificação.

Os impactos ambientais na Paraíba estão relacionados, em geral, com o uso da terra e o desenvolvimento da agropecuária tradicional, envolvendo atividades extrativistas e a urbanização acelerada, pressionando a ocupação da terra, a qualquer custo, desde o litoral até o sertão (GURJÃO; LIMA, 2001; PARAÍBA, 1997). Isso faz com que o ambiente e a sociedade fiquem mais vulneráveis às ameaças tanto externas quanto internas, em termos econômicos, políticos, sociais e climáticos independentes de suas magnitudes.

Considerando a relevância desta problemática para a área de estudo, busca-se identificar as origens da degradação que podem afetar de forma direta e/ou indiretamente o meio ambiente e a qualidade de vida da população. Partindo-se dessa premissa, estudos dessa natureza são de importância no que diz respeito à busca de fatores que tem contribuído para expor essas áreas a risco de desertificação, nesse caso, uma das causas indicativas desse processo relaciona-se ao tipo de solo, que compreende em sua grande maioria os Planossolos Nátrico órtico. Estes solos apresentam altos teores de sais, portanto, considerados impróprios para a agricultura, e que sua utilização sem um manejo eficiente aumenta os riscos de degradação.

Pesquisas nos municípios paraibanos de Amparo e Ouro Velho, Boa Vista, Cabaceiras, São João do Cariri, São Domingos de Pombal e Itaporanga, assinalam que a sobrevivência da população esta ligada a exploração dos recursos naturais, sobretudo, no desmatando da caatinga, onde os solos são facilmente erodidos.

Portanto, indicadores estudados como o uso das terras, tipos de solos, ocorrência de erosão, desmatamento, densidade populacional, identificam que as áreas consideradas com níveis de desertificação de moderado a severo apresentaram valores próximos a 70%, 67%, 84%, 75% e 60%, respectivamente (ALENCAR, 2004; SOUSA, 2007).

O açude público de Soledade localizado no Cariri paraibano na microbacia que integra a bacia hidrográfica do rio Taperoá do açude Eptácio Pessoa encontra-se em assoreamento, sobretudo, quando se observa que os seus principais afluentes sem a proteção das matas ciliares aumentando o risco do carregamento dos solos durante as primeiras chuvas diminuindo a vazão e degradado o reservatório.

O auxílio de técnicas de geoprocessamento aliadas ao conhecimento topográfico da área em análise são úteis para identificação das áreas em processo de degradação. Esse estudo permite que se possam fazer inferências aos níveis de degradação na bacia hidrográfica, e criar mecanismos que sirva de auxílio nas medidas preventivas, sobretudo quando se observa ausência das matas ciliares paisagem que protegem as margens dos rios, sem proteção destas a erosão das margens influencia diretamente no assoreamento do açude e na degradação dos corpos d'água ao longo da bacia hidrográfica. Estes resultados possibilitem aos poderes constituintes e a sociedade civil construir medidas que permitam minimizar as ações causadoras desses desastres ambientais.

1.1. JUSTIFICATIVA

A dinâmica da degradação ambiental na região semiárida paraibana caracteriza-se por apresentar mudanças climáticas acentuadas, com regime pluviométrico irregular (com precipitação média anual em torno de 700 mm), altas taxas de evapotranspiração, solos caracterizados em grande maioria como Planossolos Nátricos e Neossolos Litólicos, cujas características apresentadas relacionam-se a profundidade efetiva (rasos, pedregosos e erodidos), alto escoamento superficial das águas na área da bacia, sendo o principal problema enfrentado pela população rural a escassez dos recursos hídricos (BRASIL, 1972). Outro ponto a se destacar é que as diversas formas de uso manejo do solo ocupado principalmente com a pecuária extensiva, têm contribuído para as modificações presentes na dinâmica da paisagem.

Segundo (AESA, 2008) as atividades de lazer e recreação na área em torno do açude público Soledade/PB que reside à população do município de mesmo nome, encontram-se inviabilizadas em decorrência do grau de salinidade da água. Estudos realizados por CARVALHO (2010) alerta para os sérios riscos que representa a saúde da população que usa esse manancial como lazer e recreação, em função do elevado valores de coliformes encontrados na água. Nesse sentido, importante se destacar que o açude público de Soledade vem sofrendo com o assoreamento ocorrido de forma acentuada, em decorrência do processo da dinâmica da degradação ambiental, oriundo do desmatamento ocorrido ao longo dos anos na bacia hidrográfica. O relevo suave ondulado a ondulado da região, as práticas inadequadas de manejo da terra, tem contribuído para o aumento do assoreamento, e diminuição na capacidade de armazenamento de água.

Estudo dessa natureza se torna imprescindível quando se pretende investigar os fatores que podem interferir nos padrões de riscos a desastres ambientais, identificando as causas da degradação e, disponibiliza ao poderes públicos indicações de medidas mitigadoras que possam reverter o quadro dos desastres construídos pela ação humana. É importante ressaltar, que a sub-bacia do açude público de Soledade, situada nos municípios de Soledade, Olivedos e Barra de Santa Rosa no Estado da Paraíba, é parte integrante da bacia hidrográfica do taperoá que alimenta o açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), de grande importância para o desenvolvimento municipal e regional, principalmente, quanto ao abastecimento d'água das cidades circunvizinhas que fazem parte da adutora do cariri.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização da Área

A área estudada representa uma parcela significativa da bacia hidrográfica do Curimataú, inserida na Microrregião do Curimataú Ocidental do Agreste Paraibano, com uma área territorial de aproximadamente 300 km², engloba parcialmente os municípios de Soledade, Olivedos e Barra de Santa Rosa. A área se encontra entre as coordenadas geográficas: 36°12'30" e 36°52'30" de longitude oeste e 6°42'30" e 7°22'30" de latitude sul (**Figura 1**).

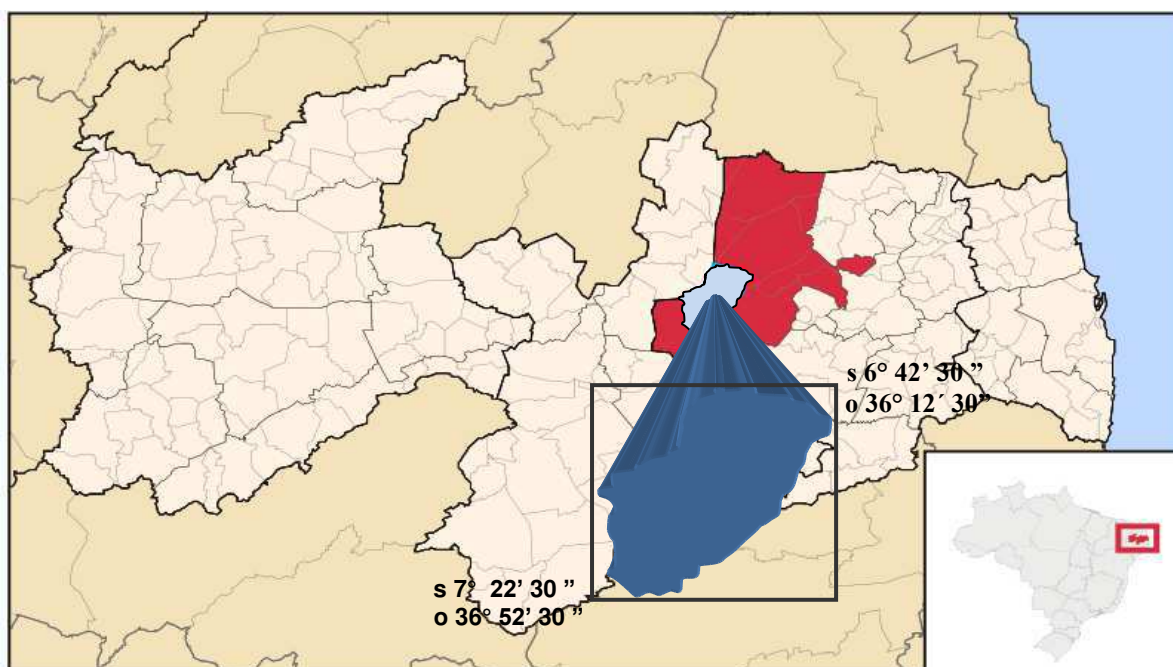


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado da Paraíba na Microrregião do Curimataú Ocidental do Agreste Paraibano.

Fonte: Adaptado de AESA (2010)

2.2. Clima

Segundo a classificação de Köppen a área de estudo está sob a influência do subtipo climático – **As'**, quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e um período de estiagem que varia de 5 a 6 meses (**Figura 2**). A estação chuvosa inicia-se nos meses de fevereiro ou março prolongando-se até julho ou agosto, sendo os meses de junho e julho os mais chuvosos. A estação seca inicia-se em setembro estendendo-se até fevereiro. A precipitação média anual da área de estudo situa-se em torno de 700 mm/ano (BRASIL, 1972). Possui amplitude térmica anual muito pequena em função da baixa latitude. As temperaturas apresentam baixas oscilações durante o decorrer do ano e os valores mínimos e máximos

situam entre 19,5° e 26°C, respectivamente, os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes e julho e agosto os mais frios, a umidade relativa é bastante uniforme, com média em torno de 65%.

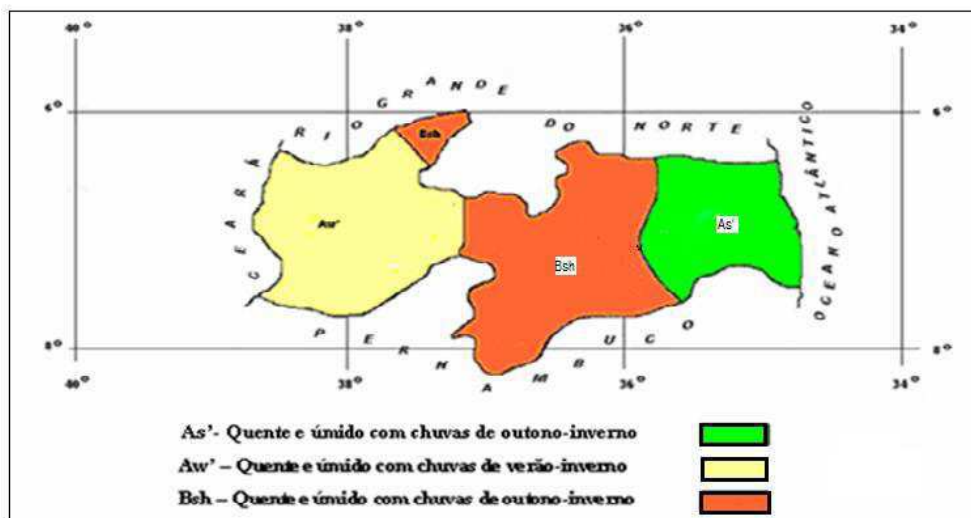


Figura 2. Clima da área de estudo é Bsh – Quente e úmido com chuvas de outono-inverno.
 Fonte: Adaptado de AESA, 2007

2.3. Geomorfologia

A interpretação geomorfológica da área foi realizada a partir do mapa Geomorfológico – Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1981). A área encontra-se totalmente inserida na encosta oriental do Planalto da Borborema, que constitui o mais característico e elevado acidente da região do nordeste, exercendo o papel de singular importância no conjunto do relevo e na diversificação do clima, sendo constituída por três unidades distintas: formas tabulares, formas aguçadas e convexas (**Figura 3**).

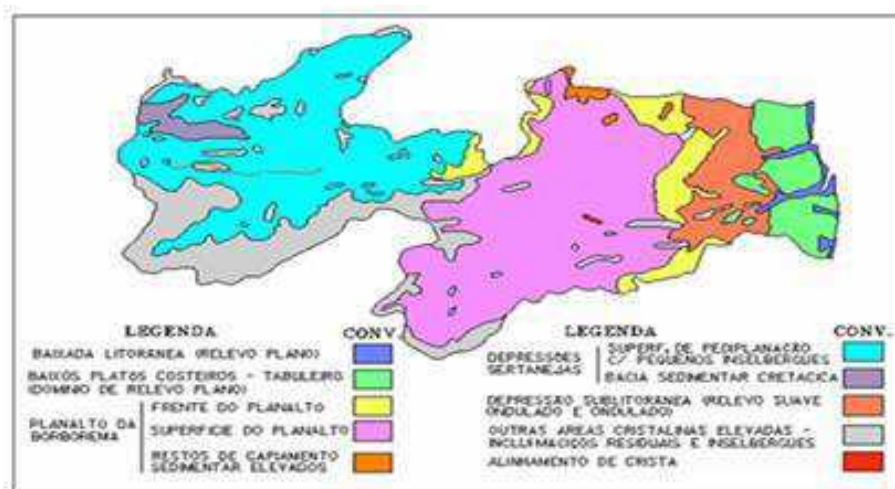


Figura 3. Geomorfologia da área de estudo (Planalto da Borborema superfície do planalto).
 Fonte: Adaptado de AESA, 2007

2.4. 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 ϵ gn**) e Gnáissico-Migmatítico (**p ϵ gr**). O posicionamento destas 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 suas relações de contato com a sequência supracrustal que constitui os grupos Seridó e Cachoeirinha, considerados do Pré-Cambiano Superior.

2.5. Solos

A descrição dos solos foi baseada no Mapa de Solo do Estado da Paraíba (BRASIL, 1972), correlacionado com as descrições contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), sendo relacionado para a área de estudo apenas a unidade de maior representatividade e suas inclusões. (A principal classe de solo identificada na área corresponde a PLANOSSOLO NÁTRICO Sálíco típico que se encontra associado a NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico SOLONETZ SOLODIZADO e SOLOS LITÓLICOS Eutróficos, respectivamente).

SNz - PLANOSSOLO NÁTRICO Sálíco – esta classe compreende solos halomórficos com horizonte B solonézico (*'natric horizontal'*) o qual constitui uma modalidade especial de horizonte B textural, tendo saturação com sódio trocável ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) igua ou superior a 15% nos horizontes subsuperficiais, estrutura colunar ou prismática. Se um horizonte subjacente C tem em alguma parte a mais que 15% de Na^+ maior que $\text{Ca}^{++} + \text{H}^+$ é considerado um horizonte B solonézico. São solos moderadamente profundos, com horizonte A fraco e moderadamente desenvolvido. São imperfeitamente drenados com permeabilidade lenta ou muito lenta na parte subsuperficial, erosão laminar ligeira, apresentando valores altos para saturação de bases (V%) e capacidade de troca de cátions (T), com balores entre baixos e médios. Originam-se do saprolito de gnaiss, referido ao Pré-Cambiano (CD), apresentando-se com topografia plana e suave ondulada. Possuem sequencia de horizontes A e Bt, transicionando normalmente do horizonte A para o Bt de maneira abrupta e plana. Quimicamente são solos que se caracterizam pelo elevado percentual de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais.

Na área é representado pela **fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado** – são solos que apresentam limitações muito fortes para o seu aproveitamento agrícola devido a forte alcalinidade juntamente com as más condições físicas do horizonte Bt e alta percentagem de saturação de sódio (Na^+ %) nos horizontes subjacentes. Podem ser utilizados com pecuária extensiva, com o cultivo de palma forrageira. Ocorrem como primeiro componente da associação **SNz2**.

SNz2 – Associação de: **PLANOSSOLO NÁTRICO Sálco típico** com A fraco textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e **NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos** com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito.

Principais inclusões: PLANOSSOLO SOLÓDICO Eutrófico; NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico e Distrófico; VERTISSOLO; LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vérticos; NEOSSOLO LITÓLICOS Eutróficos e SOLOS HALOMÓRFICOS indiscriminados; AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Os solos NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos compreende a fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado – são solos destinados à pecuária extensiva, em condições muito precárias. O sistema mais racional de aproveitamento destes solos, será com a pecuária extensiva procurando aproveitar o máximo as inclusões de NEOSSOLOS FLÚVICOS Eutróficos que ocorrem entre os solos NEOSSOLOS LITÓLICOS, para a produção de forragens complementares pela roçagem da vegetação natural.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar as dinâmicas da degradação ambiental na bacia hidrográfica do açude Soledade. PB, no período de 1990 e 2010 estudos da cobertura vegetal e as vulnerabilidades resultantes da população rural.

3.2. Objetivos Específicos

- a) Avaliar a dinâmica da degradação ambiental na bacia hidrográfica do açude Soledade utilizando a composições multiespectrais ajustadas das imagens Landsat – 5 e 7 referentes ao período de 1990 e 2010;
- b) Realizar a interpretação do pré-processamento das imagens orbitais TM/Landsat 5 e 7 no período compreendido de 1990 e 2010, observar os níveis de degradação das terras e as classes de cobertura vegetal e os impactos ambientais na bacia hidrográfica do açude Soledade. PB;
- c) Avaliar as vulnerabilidades socioeconômicas, ambientais e tecnológicas da população rural na bacia do açude Soledade dos resultados Alcançados.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Desastres Ambientais ou Naturais

Desastre segundo a Política Nacional de Defesa Civil (SINDEC) é definido como: “o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”. Assim, a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres, da Organização das Nações Unidas (EIRD/ONU) define desastre como “uma séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade que ocasiona uma grande quantidade de mortes e igual perda dos impactos materiais, econômicos e ambientais que excedem a capacidade de uma comunidade ou a sociedade afetada para fazer frente à situação mediante o uso de seus próprios recursos” (BRASIL, 2010).

Desastre é qualquer perda de vidas humanas, bens materiais e/ou ambientais causada por um evento perigoso, de origem natural ou humana, que pode ter uma escala pessoal, familiar, comunal, regional, nacional ou internacional e, por sua vez, relacionam-se com a alteração ou interrupção da vida cotidiana de uma comunidade, devido à incapacidade de recuperação, por meios próprios, pois os impactos destrutivos excedem a capacidade de adaptação e ajustamento, em termos de resposta para absorver o efeito produzido (CARDONA, 1993; GONZALÉZ *et al.*, 2002).

Para MARCELINO (2007) os desastres naturais podem ocorrer em qualquer continente ou país, tendo em vista que os fenômenos naturais que o desencadeiam, como as tempestades, os terremotos e os vulcões existem em diversas partes do globo, sendo algumas regiões mais afetadas em função da magnitude e frequência dos fenômenos e da vulnerabilidade do sistema social.

Os desastres são produtos e processos decorrentes da transformação e crescimento da sociedade, do modelo global de desenvolvimento adotado, dos fatores socioambientais relacionados a modos de vida que produzem vulnerabilidades sociais e, portanto, vulnerabilidade aos desastres. Incluem-se aspectos como: pobreza, ocupação inadequada do solo, ocupação de áreas de risco, inexistência de equipamentos urbanos e insuficiência de políticas que atendam as necessidades da população (BRASIL, 2010). Para CASTRO (2000) os desastres antropogênicos, provocados por ações ou omissões do homem, são cada vez mais intensos, em função de um baixo senso de percepção de risco e de um desenvolvimento econômico e tecnológico pouco atento aos padrões de segurança das populações.

O termo desastre é usado para descrever uma ampla variedade de eventos, desde aqueles cuja ocorrência se considera que se deve a fenômenos exclusivamente naturais, como terremotos, furacões, erupções vulcânicas, etc., até aqueles cuja origem se considera exclusivamente humana, tais como as guerras e os acidentes industriais. Entre estes dois extremos existe um amplo espectro de desastres, como por exemplo, fome, inundações e deslizamentos, que são provocados pela combinação de fatores físicos e humanos (GARCIA, 2004).

Um desastre é uma grave interrupção do funcionamento de uma sociedade, causando perdas humanas, materiais ou ambientais, que excedem a capacidade da sociedade afetada de lidar com tais consequências com os seus próprios recursos (UNDHA, 2001).

Conforme MARCELINO (2007) os tipos de desastres ocorridos com mais frequência no Brasil entre os anos de 1900 e 2006 foram às inundações (59%) representadas pelas graduais e brucas, seguidas pelos escorregamentos (14%).

Tabela 1. Os tipos de eventos por região de (janeiro a junho de 2010)

Tipos de Eventos	Centro Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total
Enxurradas, inundações enchentes, alagamentos	16	199	74	164	336	789
Estiagem e seca		265	15	99	204	583
Ciclones					4	4
Vendaval e Granizo		2		6	207	215
Deslizamentos				20		20
Erosão Marinha		3		2		5
Erosão Fluvial		1	5			6
Danificação ou Destruição de obras de Arte		1		2		3
Migrações intensas e descontroladas	1					1
Erosão Linear	1				2	3
Rompimento de Barragem		1				1
Geadas				5		5
Total geral	18	472	94	298	753	1.635

Fonte: CNM (2010)

No Brasil, a maioria dos desastres (mais de 80%) está associada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, tornados, vendavais, granizos e escorregamentos.

A Confederação Nacional dos Municípios em levantamento realizado junto a Defesa Civil, em 2010, identificou que os Estados que mais tiveram desastres naturais nesse período foram: Santa Catarina (380), Rio Grande do Sul (286), Bahia (177) e Minas Gerais (166). Por outro lado, o evento com maior ocorrência diz respeito a enxurradas, inundações, enchentes e alagamentos, em segundo lugar, estiagem e seca (**Tabela 1**).

Para a Confederação Nacional dos Municípios (CNM) ocorre no Brasil, todos os anos, uma repetição de desastres naturais, em função da crescente urbanização em áreas inadequadas, consideradas de risco, os danos humanos e os prejuízos econômicos cada vez mais se agravam.

Os desastres ambientais mais comuns no Brasil, segundo o IBGE, estão relacionados com inundações, deslizamentos de encostas, secas e erosão, pelo menos 41% das cidades do País foram atingidas por pelo menos um deles, e 47% sofreram prejuízos na agricultura, pecuária ou pesca, devidos a problemas ambientais. Entre 2000 e 2002, dos 1.954 municípios (35%) que informaram alteração da paisagem, 676 (35%) disseram que a causa foi à erosão do solo (voçorocas, ravinas, deslizamentos).

Assim, 2.263 municípios brasileiros (41% do total) declararam ter sofrido algum tipo de alteração ambiental que afetou as condições de vida da população: 16% tiveram deslizamento de encosta e 19% sofreram inundações. Dos municípios que sofreram alteração ambiental por deslizamento da encosta, quase a metade (49%) fica no Sudeste, com Nordeste (23%), Sul (13%), Norte (9%) e Centro-Oeste (6%). Quando a causa é a inundação, predomina, novamente, o Sudeste (48%), seguido pelo Sul (23%), Nordeste (16%), Norte (8%) e Centro-Oeste (5%). No caso de alteração por erosão, a distribuição foi: 38% dos casos aconteceram no Sudeste; 25% no Nordeste; 20% no Sul; 9% no Centro-Oeste e 7% no Norte.

Conforme a Defesa Civil em se tratando de enchentes no Brasil existem municípios, que sofrem aumento na vulnerabilidade as enchentes, enxurradas e alagamentos, em função da ocupação desordenada do solo em áreas não edificáveis em total desrespeito ao código de obras local. As pessoas e o meio ambiente estão sofrendo cada vez mais os efeitos dos desastres naturais devido a diversas razões, tais como, altas taxas de crescimento populacional e elevada densidade demográfica, migração e urbanização não planejada, degradação ambiental e possivelmente a mudança do clima global. O grande alcance dos impactos socioeconômicos dos desastres naturais causou uma mudança na abordagem política para lidar com o conceito de risco nas sociedades modernas.

Em geral, as definições existentes de desastres, referem-se às conseqüências e não as causas deste fenômeno (WILCHES-CHAUX, 1984). O Escritório Nacional de Atenção de

Emergência da Presidência da República da Colômbia (ONAE) e o United Nations Disasters Relief Office (UNDRO) definem desastre como um evento identificado no tempo e no espaço, em uma comunidade afetando seu funcionamento normal, com perdas de vidas e danos em suas propriedades e serviços, ou impede o cumprimento das atividades essenciais e normais de uma sociedade.

Os desastres são quantificados em função dos danos e prejuízos em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre: a magnitude do evento adverso; e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado ou cenário do desastre (CASTRO, 1999).

A intensificação da ocupação do meio físico pelo homem trouxe uma diversificação dos desastres naturais, pois, fenômeno como a erosão, o assoreamento dos rios e canais, degradação do solo, contaminação do meio físico por produtos químicos, recentemente passaram a ser considerados. Quando as atividades humanas estão presentes nas áreas de atuação de certos fenômenos, cria-se o perigo, que é condicionado pela vulnerabilidade do local a ser afetado, pelos processos e pela sua vulnerabilidade (SOBREIRA, 2002).

Na análise de desastres podem ser adotados dois enfoques: o fiscalista e o social. O primeiro, que por muito tempo foi mais difundido, tomou como ponto de partida a idéia de que os desastres são característicos de fenômenos naturais perigosos que ocorrem irremediavelmente sobre o homem e suas atividades. Já o enfoque social considera que o elemento ativo é a vulnerabilidade e os processos e estruturas socioeconômicas e políticas que a moldam, ou seja, é a vulnerabilidade que determina o caráter dos desastres (ABREU, 2004).

Assim, sob essa ótica, o desastre não é o fenômeno natural, mas a relação deste fenômeno com um contexto social que apresente condições de vulnerabilidade a ele, já que, somente ocorrerá um desastre quando o fenômeno natural superar a capacidade material da população para absorver, amortecer ou evitar seus efeitos negativos. Em face disso, há um alto risco de desastre se um ou mais fenômenos naturais perigosos ocorrerem em situações vulneráveis (MASKEY, 1989), ou seja, os desastres são eminentemente sociais.

4.2. Risco a desastre e gestão

Nas últimas décadas tem se observado que a sociedade vive momentos de incertezas, frente aos diferentes riscos que compõem o cenário nacional e mundial. Diante aos acontecimentos tanto no campo social, de segurança pública, ambiental, dos desastres, a sociedade se sente indefesa e impotente para solução dos problemas que a aflige. Diversos

diagnósticos são realizados com fins de alertar a sociedade sobre os diversos riscos a que se expõe. Dentre os últimos acontecimentos, no Brasil, os eventos mais recentes indicam como consequência a fragilidade do sistema e a ausência dos poderes constituintes, quanto ao rápido crescimento populacional, a extrema pobreza, dos assentamentos humanos em áreas de riscos.

Nesse entendimento, CASTRO (1999) afirma que a percepção de risco é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento social de um determinado grupo populacional, considerado em seus aspectos psicológicos, éticos, culturais, econômicos, tecnológicos e políticos.

Segundo CARDONA (2001), o processo de desenvolvimento tem levado o homem a conceituar de maneira apropriada os elementos vinculados a seu habitat, meio ambiente e as possibilidades de interação entre estes. Na grande maioria das vezes, existem condições extremas que tornam realmente frágil o desempenho de alguns grupos sociais, os quais dependem do nível de desenvolvimento alcançado, bem como do planejamento deste desenvolvimento, onde se deve verificar uma harmoniosa interação entre o homem e o meio ambiente.

O risco a desastre - destruição ou perda esperada - corresponde ao potencial de perdas que podem ocorrer ao sujeito ou sistema exposto, resultado da probabilidade de ocorrência de ameaças e da vulnerabilidade dos elementos expostos a tais ameaças (**Risco a desastre = Ameaça*Vulnerabilidade**). Matematicamente, risco a desastre é a probabilidade de que ocorra um desastre ou, é a probabilidade de que um evento ou fenômeno ameaçador, natural ou antrópico atue sobre um sistema socioeconômico com certo nível de vulnerabilidade, resultando num desastre (MASKREY, 1994).

A ameaça é definida como a probabilidade de ocorrência de um fenômeno físico, potencialmente desastroso, de origem natural, tecnológica ou provocada pelo homem, que pode manifestar-se em um local e durante um determinado tempo. Por sua vez, o fenômeno natural é caracterizado por sua dimensão e situação geográfica (CARDONA, 1996).

Para estimar o risco a desastre é necessário, levar em conta, desde o ponto de vista multidisciplinar, não somente o dano físico esperado, as vítimas ou perdas econômicas equivalentes, mas também fatores sociais, organizacionais e institucionais, relacionados com o desenvolvimento das comunidades (ABREU, 2004).

A acumulação de riscos a desastres está relacionada à falta de políticas públicas, ou de estratégias orientadas a sua gestão e, ainda, à inexistência de estruturas administrativas e

sistemas legislativos adequados, tanto em nível local, como nacional e regional (PNUD, 2006).

A gestão integrada de riscos a desastre relaciona-se com a identificação, mapeamento e análise dos riscos aos quais determinadas comunidades e pessoas estão expostas, de modo a elaborar programas, planos e medidas com fins de prevenir e diminuir os riscos relativos a esta exposição. Nesse contexto, as queimadas são um exemplo para se pensar a necessidade de uma gestão integrada de risco e que vem ocorrendo em vários municípios brasileiros (BRASIL, 2010).

Uma gestão integrada de riscos envolveria:

- Legislação ambiental adequada para coibir estas práticas, especialmente em períodos de seca;
- Educação ambiental que favoreça a inserção de outras práticas agropecuárias, transformando os valores culturais subjacentes que as estimula;
- Ações de prevenção e preparação realizadas pela Defesa Civil junto às comunidades, agricultores e pecuaristas, de modo a prepará-las para enfrentar a situação de queimadas e mobilizá-los para preveni-las;
- A inserção do tema de forma transversal no contexto escolar;
- Preparação dos setores de saúde para atendimento da população em decorrência das queimadas;
- Articulação com o Corpo de Bombeiros para monitoramento e acompanhamento das ações de prevenção e preparação;
- Atuação dos demais órgãos da gestão pública responsáveis pela fiscalização destas práticas.

Nesse sentido, CASTRO (1999) afirma que o processo de avaliação de riscos de desastres tem por finalidade definir alternativas de gestão, relativas ao planejamento estratégico da redução dos riscos de desastres e do incremento da segurança intrínseca dos sistemas receptores e das comunidades em risco.

Para ALMEIDA; PASCOALINO (2011) em virtude dos padrões de uso e gestão do território realizados no Brasil há uma grande carência de gestão dos riscos ambientais, com relação à previsão e à prevenção de perdas humanas e econômicas atreladas aos desastres naturais, sendo as ações do governo concentradas na mitigação pós-sinistro, ou seja, na gestão de crise. Assim, estes fatos podem ser observados nos últimos eventos ocorridos nos Estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina, entre outros.

Um relatório publicado durante a Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres Naturais realizada em Kobe, no Japão, em 2005, constatou que, apesar das melhoras obtidas nas duas últimas décadas, a maioria dos países latino-americanos e caribenhos apresenta baixos níveis de eficácia na gestão de riscos de desastres. Não obstante a realidade dos desastres mostra que a estratégia relativa dos programas emergenciais não é adequada, as atividades de redução de vulnerabilidades e ameaças pré-desastre são ainda muito incipientes (MASKREY, 1994).

Adotando um enfoque mais preventivo, o BID (2006) aprovou em 2005 um plano de ação para a gestão de riscos de desastres e com fins de planejar e realizar consultas a especialistas externos e a setores interessados sobre um novo instrumento para substituir sua Política de Desastres Naturais e Inesperados, de 1999. Assim, o objetivo tem sido ajudar aos países mais vulneráveis da América Latina e do Caribe a reduzir seus riscos de perdas humanas e econômicas resultantes de desastres e evitar a recorrente alocação de recursos de programas de desenvolvimento para cobrir gastos de recuperação e reconstrução. Para alcançar esses objetivos, a gestão de riscos de desastres deve tornar-se parte integrante de projetos em setores como infra-estrutura, habitação, energia, agricultura, água e saneamento.

Em concordância com a Constituição Federal de 1988 e com o PAN-BRASIL (2004), as reduções da pobreza e das desigualdades sociais terão forte influência na eliminação dos riscos, principalmente dos riscos às secas e a desertificação, apontados como os mais frequentes “desastres” do semiárido brasileiro.

4.3. Vulnerabilidades

A vulnerabilidade é um conjunto de características de um cenário, resultante de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a sua possibilidade de sofrer danos e prejuízos em consequência de um evento adverso. A caracterização do grau de vulnerabilidade compreende o estudo dos cenários e das populações em risco, com a finalidade de avaliar, por intermédio de estudos epidemiológicos e de modelos matemáticos, a proporção existente entre a magnitude dos eventos adversos e a intensidade dos danos esperados, ou seja, a relação existente entre causa e efeito (CASTRO, 1999).

A vulnerabilidade pode ser definida como as características de uma pessoa ou grupo populacional “desde seu ponto de vista de sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto” de algum evento, como desastres naturais ou tecnológicos (BLAIKIE, 1996). Para CASTRO (1999) a vulnerabilidade é uma condição intrínseca dos

cenários dos desastres e das comunidades em risco que, em interação com a magnitude dos eventos adversos, define o nível de intensidade dos desastres.

Desta forma, a análise de vulnerabilidade buscaria articular, num enfoque transdisciplinar, o entendimento das contribuições dos processos biológicos, geofísicos e tecnológicos, por um lado, aos processos socioeconômicos e políticos que estão por trás de eventos particulares, em escalas espaciais e temporais.

Outros autores (WINCHESTER, 1992; FUNTOWICZ DE MARCHI, 2000), partindo de referenciais semelhantes, organizam a vulnerabilidade em dois grupos que se inter-relacionam a vulnerabilidade social estaria mais vinculada aos grupos populacionais vulneráveis em áreas de risco, enquanto a vulnerabilidade institucional se refere ao funcionamento insuficiente dos mecanismos da sociedade de atuarem na prevenção e mitigação dos desastres, através das políticas públicas e das instituições que atuam ou deveriam atuar junto aos condicionantes estruturais ou pressões dinâmicas que tanto propiciam ou agravam os perigos (situações de risco em condições inseguras), quanto favorecem a vulnerabilidade de certos grupos populacionais.

A vulnerabilidade em si constitui um sistema dinâmico, isto é, surge como consequência da interação de uma série de fatores e características - internas e externas - que convergem em uma comunidade particular. O resultado dessa interação é a incapacidade da comunidade para responder adequadamente ante a presença de uma ameaça determinada.

WILCHES-CHAUX (1993) denominou *Vulnerabilidade Global*, a essa interação de fatores e características. Esse tipo de vulnerabilidade é constituído por dez níveis de vulnerabilidade, assim caracterizados:

- ✓ *Vulnerabilidade natural* é intrinsecamente determinada pelos limites ambientais, dentro dos quais é possível a vida, e também, pelas exigências internas de seu próprio organismo.
- ✓ *Vulnerabilidade física* é relativa à localização dos assentamentos humanos em zonas de risco e às deficiências de resistência dos elementos expostos para absorver os efeitos da ação do fenômeno que representa a ameaça.
- ✓ *Vulnerabilidade econômica* é relativa a setores economicamente mais deprimidos da humanidade, que são, por essa razão, os mais vulneráveis frente às ameaças naturais.
- ✓ *Vulnerabilidade social* é relativa ao baixo grau de organização e coesão interna de comunidades sob risco de desastre, que impedem sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre.

- ✓ *Vulnerabilidade política* é relativa à incapacidade da população para formular por si mesma a solução do problema que lhe afeta.
- ✓ *Vulnerabilidade ideológica* está relacionada a atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos em certas circunstâncias.
- ✓ *Vulnerabilidade cultural* é relativa à forma como uma comunidade reage ante um desastre, que será distinta em um grupo humano regido por padrões machistas e verticais de poder, daquela em um grupo, no qual predominam os valores de cooperação e solidariedade.
- ✓ *Vulnerabilidade educativa* se expressa em uma educação deficiente ou que não tem uma boa cobertura em uma comunidade propensa a desastre ou a ausência de conhecimento sobre as causas, os efeitos e as razões pelas quais se apresentam os desastres.
- ✓ *Vulnerabilidade técnica* é relativa às técnicas inadequadas de construção de edifícios e infra-estrutura básica utilizadas em zonas de risco.
- ✓ *Vulnerabilidade ambiental* é relativa à degradação ou à destruição dos recursos naturais.
- ✓ *Vulnerabilidade institucional* se reflete na obsolescência e rigidez das instituições, onde a burocracia e a decisão política, entre outros, impedem respostas adequadas e ágeis.

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 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 seqüência cronológica linear, mas como um processo contínuo, onde o que se é hoje e as chances de se ser amanhã decorrem de 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 vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista, tanto pode ser um risco para um indivíduo isoladamente ou para um sistema exposto ao perigo e, corresponde a sua predisposição intrínseca de ser afetado ou está preparado para sofrer perdas. A vulnerabilidade também traduz a incapacidade de uma comunidade de absorver, através de seu próprio ajuste, os efeitos das mudanças ambientais (BARBOSA, 1997).

4.3.1. Vulnerabilidade à seca no semiárido

Além da seca climática, temos, sobretudo, uma seca socioeconômica, que não afeta igualmente todos os setores da sociedade. A população em risco é caracterizada como àquelas que vivem em situação de extrema pobreza, que em períodos de estiagem as perdas agrícolas são devastadoras, agravando ainda mais a instabilidade daqueles que vivem de uma agricultura destinada apenas para o consumo. De certa forma, é consenso entre pesquisadores que as formas mais consistentes de se enfrentar o fenômeno das secas se relacionam com as condições sociais, econômicas, culturais, geofísicas e meteorológicas de cada região afetada.

De acordo com CAMPOS (1994) o conhecimento da distribuição espacial das secas é muito importante para a definição de uma política de convivência ou mitigação desse fenômeno. Os efeitos mais graves das secas decorrem de um descompasso momentâneo entre a oferta de água, provida irregularmente pela natureza, e as necessidades para uma determinada atividade geradas pela sociedade.

Em resumo, a seca aparece não como uma fatalidade, mas como a consequência da inaptidão das populações humanas ao ambiente árido. Trata-se de um fenômeno complexo, que, além do clima, integra múltiplos fatores fundiários (posse da terra e da água), econômicos (integração do semiárido na economia nacional, "indústria da seca"), sociais (relações familiares, relações de trabalho), políticos (coronelismo, clientelismo, políticas públicas para a região), culturais (inadequação dos hábitos da população à realidade do semiárido) (ARAUJO, 2001).

Outro enfoque da vulnerabilidade à seca se refere ao uso e ocupação do meio ambiente. Nas últimas décadas se tem registrado um maior ritmo de degradação dos recursos naturais, resultando no incremento da vulnerabilidade da população frente a fenômenos naturais, como secas e inundações (BERNAL, 2001).

O grande problema do Nordeste não é a seca, mas a pobreza, tanto no meio rural como no urbano. Estudos de DUARTE (2003) confirmam a existência da perpetuação da pobreza na zona semiárida do nordestino, a partir da compreensão da "dinâmica da pobreza", percebida quando 86,6% dos entrevistados alistados nas frentes produtivas na emergência de 1998-99, afirmaram já ter participado de frentes de emergência anteriores. A situação de pobreza em que vive a maior parte da população do semiárido nordestino decorre de fatores que vão além dos condicionantes geográficos. A pobreza está associada à degradação da terra

nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo reconhecida em todo mundo como um dos principais fatores associados ao processo de desertificação (BRASIL, 1986).

4.4. Desastre da Desertificação: Compreensão da Gênese

Quando se busca a compreensão da gênese e as bases que forjaram o conceito do processo denominado desertificação, procura-se o balizamento a partir de dois critérios essenciais para o estudo de qualquer processo: o espaço geográfico e o tempo de sua ocorrência. Além disso, a preocupação em relação a esse fenômeno tem sido a necessidade constante de definir as alterações provocadas na dinâmica do ambiente, incluindo aquelas mudanças nas organizações e atividades humanas (VERDUM, 2002).

Analisando-se a conceituação elaborada na Conferência da ONU de 1977 no Quênia, onde se identifica como ambientes desérticos aqueles que apresentam uma diminuição ou destruição do potencial biológico da terra, entende-se a partir dessa conceituação que o processo é irreversível, sendo enquadrado numa escala de tempo presente. Em relação à escala espacial observa-se que a desertificação é cartografada em zonas climáticas: áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo considerado nesse processo o homem como um agente da degradação.

Conforme LE HOUÉROU (1977) o processo de desertificação está associado à degradação de vários tipos de vegetação e sofre a interferência da variabilidade pluviométrica. O autor estabelece a mesma escala temporal da existência do processo utilizada pela conferência do Quênia em 1977, contudo define um diferencial quanto à escala espacial que, pode ocorrer tanto nas margens dos desertos como em florestas úmidas.

A discussão conceitual sobre desertificação evoluiu durante os anos 80 e se consolidou no documento discutido e aprovado durante a Conferência da ONU do Rio em 1992, a Agenda 21. Onde, pode-se dizer que a desertificação aparece associada à destruição do potencial biológico de terras áridas, semi-áridas e subúmidas secas. A Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação, define a desertificação como: “*a degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas, sendo que, por degradação da terra se entende a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e a redução da qualidade de vida das populações afetadas*” (UNCCD, 2007).

A Convenção Internacional de Combate à Desertificação, já foi assinada por mais de 100 países, está em vigor desde 26 de dezembro de 1996, após a ratificação de mais de 50

países e sua implementação se dará através dos Anexos de Aplicação Regional, dentre os quais se destaca aquele dedicado à América Latina e Caribe.

Regiões secas constituem 41% da superfície terrestre e são habitadas por mais de dois bilhões de pessoas. Assim, grande parte desse território está ameaçada pelo processo da desertificação em consequência da perda de biodiversidade, causada por mudanças no meio ambiente e, sobretudo pela ação do homem. A desertificação provoca importantes impactos na sociedade e na economia em todo o mundo. O dimensionamento desses impactos é tarefa das mais importantes, seja para os países, para as populações locais ou para os agricultores individualmente (GARCIA, 2004).

Na análise regional de ocorrência da desertificação os indicadores podem ser agrupados em categorias do tipo social, econômica e ecológica. Todavia, qualquer que seja a importância dos fatores, a ação do homem é a que desempenha, em curto e médio prazo, o papel fundamental na degradação dos ambientes naturais (BRASIL, 1986). De forma geral, as causas da desertificação no Brasil e no mundo não são diferentes, onde quase sempre se referem ao uso inadequado dos recursos, as práticas inapropriadas do uso do solo e principalmente os modelos de desenvolvimento regionais imediatistas.

De acordo com a Convenção das Nações Unidas para o combate a Desertificação, as áreas de risco à desertificação são aquelas de clima árido, semiárido e sub-úmido seco. Conforme a definição aceita internacionalmente, o Índice de Aridez, definido como a razão entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial, estabelece as seguintes classes climáticas:

- ✓ Hiper-árido $< 0,05$
- ✓ Árido $0,05 - 0,20$
- ✓ Semiárido $0,21 - 0,50$
- ✓ Subúmido seco $0,51 - 0,65$
- ✓ Subúmido úmido $> 0,65$

No Brasil, as áreas de risco são aquelas que correspondem às regiões semiárida e subúmido seca, localizadas em sua grande maioria na Região Nordeste e no norte do Estado de Minas Gerais. As áreas em risco a desertificação no Brasil, de conformidade com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) foram identificadas a partir de trabalho realizado pelo Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA, onde foram determinados três níveis de desertificação: muito alto, alto e moderado. Assim, de um total de 980.711,58 km² de áreas

em risco a desertificação, 238.644,47 km² é de risco muito alto, 384.029,71 km² são de risco alto e 358.037,40 km² são consideradas de risco moderado.

Os custos econômicos provenientes desse processo são alarmantes e os custos humanos ainda mais altos. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) calcula que a desertificação custa ao mundo 42 milhões de dólares ao ano e compromete os meios de autoconsumo atingindo mais de um bilhão de pessoas, quase a quinta parte da população do planeta. Nesse entendimento, um contingente significativo de homens e mulheres pode ver-se obrigado a migrar diante da impossibilidade de sobrevivência em suas regiões. Tal situação contribui para desagregação social, fome, instabilidade política, somando-se a outros fatores de agravamento da crise ambiental à qual estamos submetidos. Desta forma, é cada vez mais visível a maior vulnerabilidade de alguns grupos diante de tais perspectivas, com destaque para as crianças, velhos e mulheres.

A desertificação surge da fragilidade de ecossistemas constituídos das terras secas, que, sob uma excessiva pressão da atividade humana ou mudanças no uso da terra, causa perda em produtividade e na habilidade de recuperação da cobertura original. Estabilidade e resistência se constituem nos maiores fatores na definição da viabilidade de todos os sistemas sociais, culturais, bem como, físicos e biológicos.

Embora, a desertificação possa se desenvolver apenas por causas naturais e em áreas que apresente uma variação climática, o esforço internacional atual está concentrado, principalmente, com a desertificação que provem da interação do uso do ser humano com ecossistemas das terras situadas em áreas áridas, semiáridas e subúmidas (REINING, 1978).

REINING (1978) dá uma grande ênfase ao papel do ser humano no processo de desertificação, além de chamar a atenção para dois importantes aspectos associados com a ocorrência do fenômeno, quais sejam: estabilidade do ecossistema e resistência (capacidade de um ecossistema recuperar-se tendo sido submetido a um estresse). Perante este conjunto de complexidade, pode-se dizer que combater a desertificação implica, fundamentalmente, desenvolver ações no sentido de controlar e prevenir o avanço do processo e, quando possível, recuperar áreas degradadas para o uso produtivo. Para isto, pode-se acrescentar que combater a desertificação implica influir no comportamento social, econômico e político da sociedade.

4.4.1. O desastre da desertificação no semiárido nordestino

No Brasil, as áreas em risco de desertificação abrangem municípios dos 9 (nove) Estados do Nordeste: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco,

Alagoas, Sergipe e Bahia, sendo considerados ainda, municípios no norte de Minas Gerais e noroeste do Espírito Santo (MMA, 2005). Essas áreas abrangem uma superfície de 1.338.076 km², correspondendo a 1.482 municípios brasileiros, sendo que, 710.437,30 km² do total são caracterizados como semiáridos (62,83%) e 420.258,80 km² como áreas sub-úmidas secas (37,17%).

O semiárido nordestino vem sofrendo um processo de desertificação que se intensificou nos últimos 50 anos. O solo vai perdendo a cobertura fértil e, aos poucos, torna-se estéril. Estes problemas são agravados por conta de seu quadro geoambiental vulnerável, onde principalmente os recursos de água, solo e geobotânico são consumidos e esgotados vorazmente, sob dadas conjunturas políticas e econômicas, aumentando assim a vulnerabilidade do homem às secas (BEZERRA, 2003).

As principais causas da degradação das zonas áridas são o sobre-uso ou o uso inapropriado dos recursos da terra, agravados pelas secas. Entre as causas principais citadas se destacam os seguintes pontos: as populações das regiões semiáridas estão entre as mais pobres do mundo; as tecnologias utilizadas não se adequam, em muitos casos, às restrições de recursos naturais características dessas áreas; a inserção das regiões secas aos mercados nacionais e internacionais vem estimulando a superexploração dos recursos dentro de sistemas produtivos tradicionais e com baixo nível tecnológico (GARCIA, 2004).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Pobreza Humana (IPH) para todos os estados que compõem o semiárido nordestino demonstram que, o que aflige a população não é a seca, mas a miséria, que permanece mesmo quando há disponibilidade hídrica. A seca apenas exacerba e desnuda a miséria latente (CARVALHO, 2002).

FINCO (2004) em sua pesquisa conclui que a redução da pobreza rural não implica, necessariamente, em redução da degradação ambiental; também a redução da degradação ambiental não implica, necessariamente, em redução da pobreza no espaço rural. Existe uma série de variáveis, como as condições de acesso a mercados, informação, crédito e assistência técnica, que condicionam essas relações, e assim influenciam as estratégias adotadas pelos agricultores familiares. O Nordeste seco é a região semiárida mais povoada do mundo, possuindo, ao contrário dos desertos, gente por toda à parte, ainda que a distribuição da população seja altamente irregular. Existe gente extremamente pobre e fragilizada sócio-economicamente, direta ou indiretamente dependente da variabilidade climática (AB' SÁBER, 1999).

A situação dos níveis de degradação das terras na região Nordeste indica que a área afetada de forma muito grave é de 98.595 km² correspondendo a 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 (**Figura 4**).

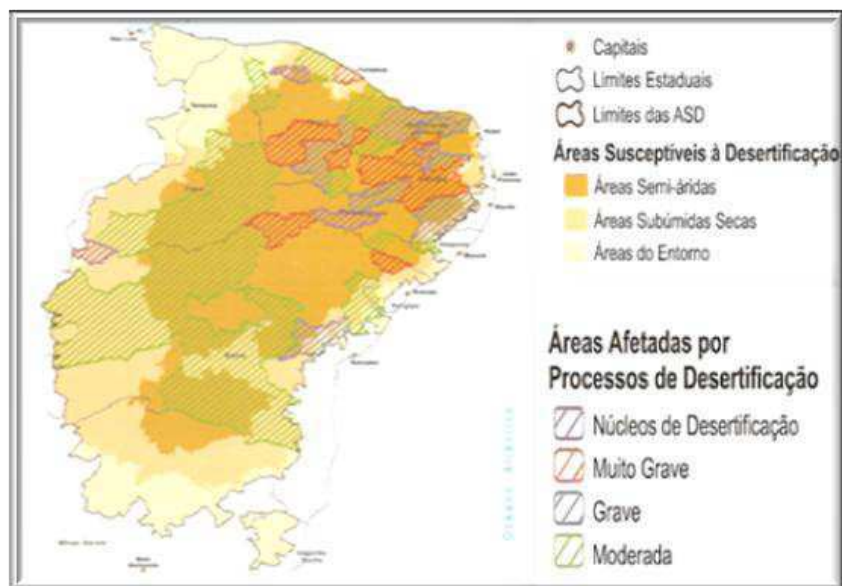


Figura 4. Situação dos níveis de degradação das terras na região Nordeste.

Fonte: Atlas/MMA, 2007.

Além destas áreas com níveis de degradação difusos, podem ser citadas 4 áreas com intensa degradação, segundo a literatura especializada, os chamados Núcleos de Desertificação, são eles: Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Seridó-RN e Cabrobó-PE, totalizando uma área de 21.379,45 km² (**figura 5**).

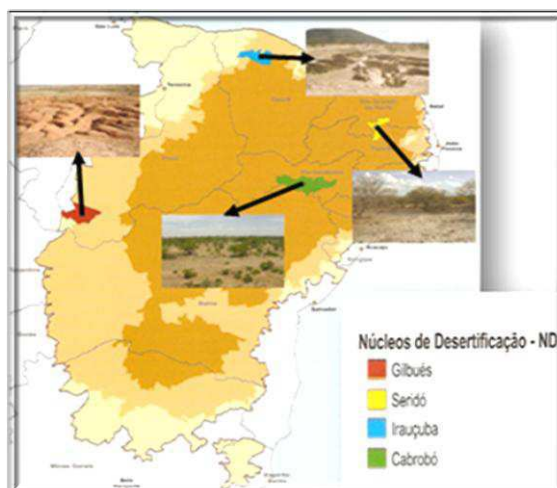


Figura 5. Áreas susceptíveis a desertificação e núcleos de desertificação no semiárido nordestino.

Fonte: Atlas/MMA, 2007

Os núcleos de desertificação têm grande importância conceitual: ora se caracterizam como efeito máximo do processo de degradação das terras, ora representam seu indicador

mais importante. Os núcleos de desertificação apresentam tendência a se expandirem, para as áreas vizinhas (VASCONCELOS, 2005). Os quatro núcleos de desertificação definidos pelo MMA tiveram suas áreas expandidas com a incorporação de municípios dos seus estornos.

Como parte da estratégia de implementação das ações propostas no PAN-Brasil, o ministério do Meio Ambiente – MMA e o Ministério da Integração Nacional – MIN estão implementando no Programa Pro água, um sub componente específico para ações de combate a desertificação, intitulado “*Pro água Semiárido Anti desertificação*”. As áreas prioritárias para a atuação desde programa foram levadas em consideração os diferentes espaços semiáridos relacionados. Essa escolha também foi pautada pela ampla participação de setores do governo nas esferas federal e estadual, bem como de representantes da sociedade civil, e foram estruturadas em tornos das seguintes categorias:

- ✓ Serras (úmidas ou secas)
- ✓ Núcleos de Desertificação Existente; e
- ✓ Áreas piloto para estudos de desertificação - APED

As discussões realizadas no período 2000/2005 entre a SRH-MMA governos estaduais Pontos Focais e órgãos da sociedade civil permitiram a criação de critérios básicos para a seleção com evidencias sobre risco de degradação das terras em porções territoriais das áreas em risco a Desertificação e das áreas afetadas pelo processo de Desertificação – AAPD. Onde a Paraíba é uma dessas áreas prioritárias do programa – APED – Área Piloto para Estudo da Desertificação (**Figura 6**).

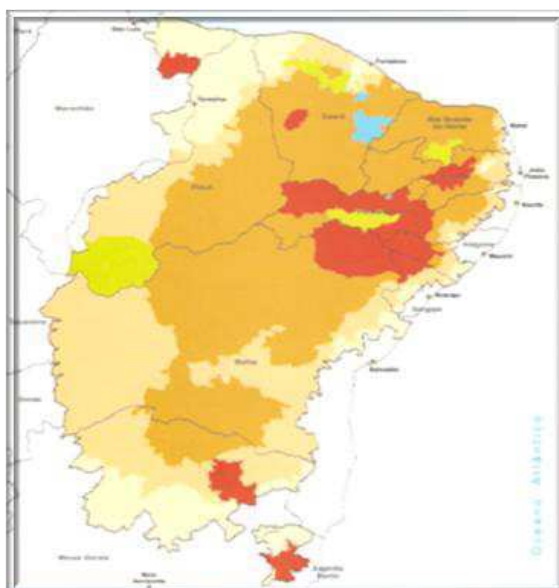


Figura 6. Área piloto para estudo da Desertificação
Fonte: Atlas/MMA, 2007

Segundo GUERRA; CUNHA (1998) a degradação socioambiental desenfreada na região vem afetando sobremaneira os vários ecossistemas componentes das bacias e sub-bacias, causando a destruição de significativa parcela dos recursos naturais disponíveis e empobrecimento dos setores econômicos baseados nas atividades agrárias com técnicas rudimentares. Conseqüentemente, a perda da capacidade produtiva dos sistemas econômicos, reflete-se em perda da identidade cultural, processo de migração populacional, empobrecimento social e outros. Por outro lado, a identificação da degradação das terras nas zonas áridas e semi-áridas normalmente é dificultada pelas formas de percepção do problema por parte da comunidade, dos técnicos e governos.

Todos esses fatores resultantes da ação humana freqüentemente resultam na alteração dos padrões de organização social e econômica de determinadas regiões, afetando, dessa forma, o processo de integração e desenvolvimento de mercados a nível regional, nacional e mundial, fazendo com que milhares de pessoas migrem em busca de melhores condições de vida (GARCIA, 2004). ADAS; ADAS (1998) afirmam que a degradação do meio-ambiente está intimamente relacionada ao modelo de desenvolvimento econômico adotado. Portanto, este também pode ser considerado um fator causal de desastre, pois contribui na formação de situações vulneráveis.

4.5. Degradação de bacias hidrográficas na Paraíba

A Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba foi instituída pela Lei Nº. 6.308, de 02 de julho de 1996, que em seu Art. 2º. – parágrafo III, diz: “a bacia hidrográfica é uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos”. E a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. As bacias hidrográficas vêm sendo estudada a partir do enfoque do diagnóstico, do planejamento e da análise ambiental, dado à importância do entendimento da interação dos ecossistemas com as atividades humanas, observadas com base em uma visão sistêmica. Tomando esta unidade como área no modelo de gestão ambiental prevista na legislação, a bacia hidrográfica como um todo, inclui desde o meio físico e social ao sistema econômico e a tecnologia disponível. Isto implica a análise de um conjunto de inúmeras variáveis inter-relacionadas e que promovem interferências mútuas resultando em um sistema com comportamento difícil de prever em longo prazo (GONDOLO, 2005).

A complexidade de uma área hidrológica pode ser observada através de vários parâmetros como, por exemplo, os geológicos, físico-químicos, a dinâmica das populações e também o seu desenvolvimento dentro da mesma (ANTUNES, 2003). Nesse sentido estudo realizado por (CARVALHO, 2010) sobre a degradação ambiental na bacia hidrográfica do açude Soledade, PB sempre se referem à forma de usos e as atividades desenvolvidas, principalmente, aquelas relacionadas com a mineração, assoreamento, a irrigação, o desmatamento, as queimadas, como sendo as atividades que tem ocasionado maiores danos ambientais muitas vezes considerados irreversíveis.

GUIMARÃES *et al.*, (2008) em trabalho realizado na bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves, município de Itaporanga-PB, evidenciaram a gravidade do processo de degradação/desertificação de sua bacia hidrográfica e, concluíram que entre os dados da batimetria automatizada com os dados topográficos do projeto original desde a sua construção, em 1987, até 2005 ocorreu uma redução significativa em sua capacidade de armazenamento, a uma taxa de assoreamento de 16,7%. Os níveis de degradação das terras para essa bacia podem ser observados na (**Tabela 2**).

Tabela 2 Níveis de degradação das terras para os anos de 1987 e 2005

Data	Nível de degradação das terras				
	Muito baixo	Baixo	Moderado	Moderado grave	Grave
	Áreas (km ²) e percentuais				
Outubro 1987	37,116 33,45%	35,389 31,90%	19,886 17,92%	12,166 10,97%	4,475 3,72%
Outubro 2005	40,415 36,44%	15,252 13,75%	26,012 23,46%	12,717 11,47%	15,524 13,64%

Fonte: GUIMARÃES *et al.*, (2008)

SOUZA (2010) realizou um diagnóstico físico-conservacionista da bacia hidrográfica do açude Jatobá – PB, concluiu que a bacia hidrográfica do Açude Jatobá, no município de Patos-PB, apresenta uma degradação média de 3,85%, indicando que está sendo utilizada adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade agrícola do solo, enquanto que o DFC (Diagnóstico Físico-Conservacionista) aponta uma situação favorável em 96,15% de totalidade da área de estudo.

BRANDÃO (2009) em estudo realizado na Bacia hidrográfica do Rio do Peixe - PB, a partir da aplicação do índice IDA (índice de degradação ambiental), mostrou que a situação de continuidade de processos de degradação ambiental na bacia é preocupante, o estudo aponta que aproximadamente 69% da bacia hidrográfica enquadram-se na classe de qualidade

ambiental alta e moderada, porém, em 31% da área já foi possível identificar o estágio de qualidade ambiental subcrítica e crítica. Destaca como pontos que propicia esse processo, a falta de proteção às nascentes, o desmatamento indiscriminado da vegetação natural e das matas ciliares, os processos de salinização dos solos decorrentes da falta de drenagem, as práticas agrícolas inadequadas, que levam progressivamente aos processos de desertificação observados em alguns pontos da bacia hidrográfica do Rio do Peixe.

Segundo FERREIRA; OLIVEIRA (1998) o uso de tecnologia inadequada e a falta de um planejamento são fatores que concorrem para o empobrecimento, não apenas dos recursos naturais, mas, sobretudo da população que vive desses recursos.

Na Paraíba, o processo de desertificação já se mostra 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 Cariri Ocidental, bem como do Seridó. A ocorrência desse processo registra-se em função do uso de práticas inadequadas na mineração e na agropecuária, sem um devido manejo racional da caatinga, com uma forte agressão ao bioma, caracterizada pelo desmatamento ilimitado e irracional, provocando assim impactos cuja reversão, se não impossível, é bastante onerosa (PARAÍBA, 2006).

O aperfeiçoamento do conhecimento técnico - científico contribui para o melhor entendimento da natureza, mas a destruição desnecessária continua a ser praticada. Na Paraíba, as regiões, ao longo dos últimos anos, vêm passando por uma série de problemas como o alto índice de degradação dos recursos naturais. Várias pesquisas têm identificado áreas onde o processo de desertificação já atinge e compromete significativamente a produção e a permanência das famílias nas comunidades rurais.

De acordo com o relatório da ONG Internacional Greenpeace, publicado em 2006, a Paraíba é o Estado brasileiro com maior percentual de seu território comprometido com o processo de desertificação desde o estágio moderado até o severo. Aproximadamente 29% do território paraibano estariam enfrentando problemas, o que afeta diretamente mais de 653 mil habitantes. De acordo com a organização, 70% da Paraíba já sofrem em algum grau o processo de desertificação.

Os municípios paraibanos do Cariri, em particular os integrantes da bacia hidrográfica de Taperoá, juntamente com os municípios do Seridó/Cariri, são os que despertam mais preocupações dos especialistas. Nesses locais já estão sendo desenvolvidos projetos de reflorestamento da mata ciliar e recuperação do solo, a exemplo do projeto desenvolvido pela

Prefeitura de Taperoá, que comanda um consórcio de cerca de vinte e três municípios para combater a desertificação na região (GOVERNO DO ESTADO, 2007).

A Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA através de convênio celebrado com o SEBRAE/PB realizou um diagnóstico da situação da desertificação no Estado da Paraíba que culminou com a Política Estadual para controle desse processo. Desde o começo de sua ocupação territorial pelos colonizadores o Estado da Paraíba, passou por diferentes ciclos de atividades antrópicas dentre elas: agrícola, pecuária, industrial ou de extrativismo que resultaram em danos irreversíveis aos seus biomas e respectivos ecossistemas. O resultado de tantos problemas gerados de ordem fundiária; sócio-cultural; política; ambiental; pelos diferentes ciclos já mencionados, culminaram com o processo da desertificação no Estado (RANGEL, 2009).

SÁ (2002) aponta que os Estados do Ceará e da Paraíba têm as maiores áreas, em termos percentuais, com problemas de degradação no nível severo, seguidos de perto pelos Estados de Pernambuco e Bahia. O nível de degradação ambiental severo aparece principalmente nas áreas dos Estados onde se encontram os solos do tipo Luvisolos, por serem solos de maior extensão territorial e de maior potencial para o uso agrícola. O nível de degradação ambiental acentuado está mais relacionado às áreas de solos Litólicos, ou seja, solos mais recentes e em fase de desagregação da rocha que lhe deu origem. As mudanças climáticas juntamente com as práticas não conservacionistas do uso do solo agrícola no Cariri Paraibano têm afetado de maneira significativa a produção e a produtividade agrícola, exigindo estudos mais aprofundados das vulnerabilidades das terras agrícolas e dos riscos a desastres frente às variações climáticas e a ação antrópica (SPÍNDOLA, 2005).

No entanto, cabe ressaltar, que as variações climáticas (sucessão de períodos chuvosos e períodos secos) que o autor acima denomina erroneamente de “mudanças climáticas”, não significam que o clima semiárido está mudando, pois não se tem nenhum estudo que aponta para tal. As variações climáticas afetam a produção agrícola, onde não existe infra-estrutura para mitigar os efeitos dessas variações, além da falta de políticas públicas para o desenvolvimento ambientalmente sustentável da região. Estudos realizados no Nordeste Brasileiro indicam que o Índice de Degradação (ID) ambiental é muito alto. Com base em resultados da pesquisa estima-se que 62,6% dos nove municípios estudados do Nordeste apresentam percentual de degradação superior a 80% e que a Bahia é o estado com maior média em termos de Índice de Degradação. Foi também estimado que pelo menos 7,6 milhões de habitantes do Nordeste vivem em áreas afetadas por níveis de degradação superior a 60%. O estado da Paraíba, em particular apresenta 81,57% do seu território afetado por

diferentes níveis de degradação das terras, dos quais 58% deste percentual em estado grave (LEMOS, 2007)

Segundo MORAES NETO (2003), os municípios de Sousa, Sumé e Picuí encontram-se com diversos núcleos de desertificação. O autor destaca que, no município de Picuí, a degradação das terras 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, fato atestado por SILVA (2002) que para o referido município encontrou o valor de 48,45% para os níveis de degradação grave e muito grave. Nos municípios de Sousa e Sumé existem áreas com níveis de degradação muito baixos, porém pequenos, prevalecendo os níveis moderados. GARCIA (2004) comenta ainda que os três municípios possuam uma altíssima vulnerabilidade social, econômica, tecnológica e à seca, com índice de vulnerabilidade superior a 45%, configurando uma situação de extrema pobreza da população, observada através dos índices de rendimento, onde em média 75% dos homens e 50% das mulheres possuem uma renda de até um salário mínimo.

Neste contexto, a aposentadoria para muitas famílias é a principal ou única fonte de renda, salientando-se que o maior número de aposentados e pensionistas é do sexo feminino.

ALENCAR (2004) observou em sua pesquisa nos municípios de Amparo e Ouro Velho, no Cariri Paraibano, que para sobreviver à população se volta para a natureza, desmatando a caatinga, onde os solos são facilmente erodidos.

Sobre as condições em que se encontram os solos, os municípios de Boa Vista, Cabaceiras, São João do Cariri, São Domingos do Cariri e Itaporanga na Paraíba mostraram-se com estágios de desertificação de moderado a severo em valores próximos a 70%, 67%, 84%, 75% e 60%, respectivamente (SOUSA, 2007). Para esse autor, as famílias rurais dos municípios estão altamente vulneráveis, com índices acima de (45%), o que indica o alto grau de insegurança, uns dos grandes obstáculos ao desenvolvimento sustentável. A limitação da infra-estrutura hídrica potencializa a vulnerabilidade às secas.

A carência de conhecimento apropriado aliada ao uso inadequado dos fatores produtivos e ao desconhecimento do funcionamento integrado do meio-ambiente tem sido um dos agravantes da degradação e da perda do potencial produtivo das terras. Essa carência profissional, aliada à própria falta de uma educação adequada de convívio com o semiárido, se constitui um fator agravante da agressividade das atividades produtivas, promovendo o irracionalismo da produção e não permitindo o encaminhamento em direção da sustentabilidade (COSTA, 2003).

A região semi-árida possui um grande potencial no seu espaço vegetativo: basta um olhar diferente. Falta conhecer o que o bioma caatinga, com sua diversidade, têm a oferecer ao homem. Não havendo possibilidade de irrigação, deve-se adotar o cultivo de plantas que tenham o menor risco de perdas de produção, e naquelas onde a agricultura é de sequeiro, utilizá-las com o cultivo de plantas xerófilas da Caatinga, como lavoura regular. A cobertura vegetal no solo pode em médio prazo, melhorar consideravelmente as propriedades químicas e físicas do solo bem como diminuir o processo erosivo (CORA *et al.*, 1995). O tipo de cobertura vegetal presente numa área tem grande influência sobre o escoamento superficial e a produção de sedimentos.

É pernicioso, para o semiárido paraibano, o processo de substituição da sua cobertura vegetal natural por imensas áreas de pastagens e/ou agricultura de autoconsumo, sem o manejo adequado, uma vez que essas práticas têm contribuído para a expansão do processo da desertificação e para o processo migratório (campo-cidade) observado em todos os municípios estudados (SOUSA, 2007).

4.6. Sensoriamento Remoto e Sistema

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 em nível aerotransportado ou orbital, 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.

Para LILLESAND; KIEFER (1995) o 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 investigações”. 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.

O sensoriamento remoto também pode ser definido como a aquisição de informações sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico com ele. Diante o conjunto de técnicas utilizado na análise de dados de sensores remoto, destaca-se o Geoprocessamento, como sendo uma ferramenta capaz de facilitar a identificação e a extração de informações de uma imagem das propriedades dos

objetos ou padrões que a compõe, apresentando como resposta uma nova imagem (SANTOS *et al.*, 2001).

A partir da década de setenta, com o lançamento dos satélites LANDSAT, muitas pesquisas foram utilizadas 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 é 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 natural e antrópicas. A compreensão do complexo inter-relacionamento dos fenômenos que provocam estas mudanças implica em fazer estudos com uma grande diversidade de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de 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.

As características espectrais de feições como vegetação, solo e água, são de grande interesse e constituem elementos fundamentais e essenciais para a análise e interpretação de dados de Sensoriamento Remoto.

4.7. Sistema de Informação Geográfica (SGI)

O sistema de informação geográfica é uma ferramenta usada na manipulação de informações ambientais, bem como para estudar e resolver os problemas de organização espacial. O motivo de sua utilização cada vez mais freqüente, 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. Eles geram produtos finais de precisão (informações refinadas e meios para sua interpretação e/ou difusão) com base em dados associados a mapas, cartas, imagens de satélites e relatórios técnicos sobre tema estratégicos (BARROS, 1998).

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, monitoramento hiperespectral de lagoas de resíduos (FRAUENDEORF *et al.*, 2005), mapeamento de crescimento urbano (MEDEIROS; PETTAS, 2005), mapas de aptidão agrícola (FORMAGGIO, 1992), atualização de rede hidráulica (BIELENKI JR; FARIAS, 2005), identificação de áreas de captação em bacia hidrográfica (WACHHOLZ; PEREIRA FILHO, 2005), caracterização e planejamento urbano (MOURA; SILVA, 2004).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

No trabalho foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, cartas topográficas, folhas Soledade MI 1211 ou (SB.24-Z-D-III) editadas pelo MINTER/SUDENE ano 1986 na escala de 1:100.000, produtos de sensores orbitais (imagens do TM/Landsat-5) e mapas temáticos, GPS, máquina digital, além do suporte computacional físico (hardware) e lógico (software). O software utilizado será o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 5.1.5, de domínio público, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

5.1.1. Aquisição dos Produtos Sensores Orbitais

As imagens utilizadas neste trabalho foram adquiridas a partir do Catálogo de Imagens do INPE, disponíveis de forma gratuita no site daquela Instituição. O critério de seleção das imagens baseou-se principalmente na quantidade e distribuição de nuvens, na área de estudo, as imagens TM Landsat-5 selecionadas podem ser observadas na (**Tabela 3**).

Tabela 3. Dados das imagens LANDSAT 5 utilizadas no estudo

ÓRBITA/PONTO	DATA DA IMAGEM	RESOLUÇÃO ESPACIAL	COBERTURA DE NUVENS
215/65	27/17/1990	30 m	Zero

Fonte: [http://www.inpe.br/Catálogo de imagens CBERS ou LANDSAT](http://www.inpe.br/Catálogo%20de%20imagens%20CBERS%20ou%20LANDSAT)

5.2. Metodologia

A metodologia de trabalho considerada nesta pesquisa foi concebida para atender os objetivos sob o ponto de vista de degradação das terras, ao mesmo tempo em que, teve foco de investigação avaliar quais os principais fatores que contribuem para se estabelecer os indicadores de desertificação levantados no campo e como o processo interfere na qualidade de vida da população.

A metodologia consistiu inicialmente de revisão bibliográfica, onde foram realizadas consultas a livros e publicações, à internet, pertinentes a temática da pesquisa. Esta envolve temas de múltiplas áreas de conhecimento, bem como, a utilização de geotecnologias (sensoriamento remoto e geoprocessamento) para que pudesse avaliar a dinâmica da degradação ambiental em processo causador à desertificação, as informações sintetizadas em

definições e discussão, e enfoque das vulnerabilidades (social, tecnológica, econômica e às secas), poderá constituir em um importantes mecanismos de informações e fundamento para construção do banco de dados que norteará o plano de controle e gestão na dinâmica da degradação ambiental na bacia hidrográfica do açude publico Soledade. PB que compõem a área de estudo. Assim, o estabelecimento do marco teórico as ações de suporte às medidas de prevenção, mitigação e recuperação de áreas degradadas.

5.3. Processamento digital das imagens

Esse processamento é um conjunto de etapa que envolve a classificação de imagens, por meio de técnicas computacionais, com o objetivo de extrair informações sobre alvos da superfície terrestre, tais como, solo, vegetação, uso da terra, degradação das terras, etc.

Os procedimentos a ser aplicado às imagens durante a geração dos mapas um maior detalhamento podem ser visto em: Manuais – Tutorial de Geoprocessamento do SPRING.

✓ **pré-processamento**: refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído. Para PONZONI; SHIMABUKURO (2007) esta fase tem como objetivo a preparação das imagens para serem efetivamente utilizadas pelos usuários. Enfatizam ainda, que estas incluem a aplicação de algoritmos com vistas à correção de imperfeições geométricas e radiométricas e que normalmente são aplicadas pelos fornecedores das imagens. Quando necessário, incluem os aplicativos de correção atmosférica e de eliminação de ruídos.

✓ **Técnicas de Realce**: visa melhorar a qualidade visual das imagens, permitindo uma melhor discriminação dos objetos presentes na imagem. São aplicadas pelos usuários mediante procedimento de aplicativos específicos e incluem grande diversidade de opções (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007).

✓ **Classificação de imagens**: são atribuídas classes aos objetos presentes na imagem. PONZONI; SHIMABUKURO (2007) enfatizam que estas técnicas envolvem a utilização de métodos pelos quais pixels são associados a classes, de acordo com suas características espectrais. Ainda, afirmam que as técnicas de classificação de imagens tem se constituído em foco de atenção para os usuários de produto de sensoriamento remoto, levando em consideração a viabilidade de diversos trabalhos de mapeamento, por intermédio dessas técnicas.

5.3.1. Manipulação de contraste

As técnicas de realce manipularam os contrastes de forma a melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano, foram utilizadas como uma etapa do pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões adotados. O contraste entre dois objetos foram definidos como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A **manipulação do contraste** consistiu numa transferência radiométrica em cada "pixel", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança.

5.3.2. Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN

“(A formula é $C = \text{Ganho} * (A - B) / (A+B) + \text{Offset}$), onde **A** é substituído pela banda quatro do vermelho, **B** pela banda três do vermelho próximo, o **ganho** é dado de acordo o histograma das imagens e **Offset pode ser usado valores de: (32, 64 ou 128)** em concordância com histograma das imagens”.

Esta operação realizada “pixel a pixel”, entre imagens de bandas diferentes, através de uma regra matemática definida, tendo como resultado uma nova banda representando a combinação das bandas originais. As operações mais comuns foram à soma, subtração, divisão (ou razão entre bandas) e a multiplicação de uma banda por uma constante (realce linear). Estas operações permitiram comprimir os dados, diminuindo o número de bandas. Ocorreu perda da informação original quando os resultados das operações ultrapassaram o intervalo de 0-255. Naqueles casos, os resultados são normalizados, saturando os valores abaixo de 0 em 0, e os acima de 255, em 255, causando perda de informação espectral. Estas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou "off-set" (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem. Os fatores foram definidos considerando a faixa de valores de entrada e a operação a executar. Em geral, a operação de adição foi utilizada para realçar similaridade entre bandas ou diferentes imagens e a subtração, a multiplicação e divisão, para realçar as diferenças espectrais.

5.3.3. Composição Multiespectral Ajustada ($b3 + \text{IVDN} + b1$) - (CMA)

Esta operação corresponde a uma transformação (RGB) em que a fonte de luz vermelha (R) estará posicionada a banda 3, na fonte verde (G) a imagem **IVDN** vindo desta operação ($C = \text{Ganho} * (A - B) / (A+B) + \text{Offset}$) e na fonte azul (B) a banda 1; e esta combinação é denominada de (CMA), como resultado; as áreas de alto valor aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixa aparecerão em vermelho ou azul (magenta ou ciano), indicando a presença de solo exposto.

5.3.4. Segmentação

E a classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado no processamento digital de imagens. Constitui um processo de análise de pixels de forma isolada. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar essas limitações, propõe-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada (CÂMARA *et al.*, 1996). Neste processo, divide a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões um conjunto de "pixels" contínuos, que se espalham bidirecionalmente e apresentam uniformidade.

5.3.5. Classificação de padrões

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels foi definido como pertencente a uma determinada classe. A classificação de padrões foi dividida pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e mapeamento (MOREIRA, 2001). Para realizar a classificação utilizou-se o classificador Bhattacharya, que utiliza amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para estas classes apontadas; ao final, todas as regiões foram associadas a uma classe definida pelo algoritmo, associando o tema a classe temática, às classes temáticas definidas no banco de dados.

5.3.5.1. Análise das Imagens digitais do TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar

A metodologia para a interpretação visual de imagens digitais teve por base o Método Sistemático desenvolvido por VENEZIANI; ANJOS (1982). Esta metodologia consistiu em uma seqüência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização das chaves fotointerpretativas.

Deve-se também considerar a importância na utilização de imagens ou qualquer outro produto de sensoriamento remoto, que a análise visual deve ser acompanhada de outros dados sobre a região da área de estudo, devendo-se associar ao processo de informações como um todo, por exemplo, dados bibliográficos sobre a região, trabalhos de campo, dados sócio-econômicos, censitários, etc., a fim de que se possam compatibilizar as informações fornecidas pelas imagens com a realidade terrestre.

A análise visual de imagens procede de um estudo comparativo entre as propriedades espectrais e textura is que cada fenômeno espacial assume nas diversas cenas registradas,

associando diferentes níveis de refletância aos diversos fenômenos, época de aquisição das imagens relacionadas com os alvos espectrais.

Assim, a identificação das unidades e/ou classes temáticas se fundamenta no estudo isolado dos diversos elementos de interpretação e, em seguida, na observação conjunta desses elementos (drenagem, relevo, tonalidade, textura fotográfica e uso da terra), sendo gerados os mapas de interpretação preliminar, os quais serão complementados pelo trabalho de campo anexo III.

5.3.5.2 Trabalho de campo

O trabalho de campo foi realizado em duas etapas:

✓ A primeira – foi feito o reconhecimento de campo (**anexo III**), onde foram identificadas as questões ambientais (solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, degradação e uso das terras, etc.), para subsidiar a fotointerpretação e o processamento digital de imagens, fazendo-se descrições da paisagem, registros fotográficos e seu georreferenciamento. Esta etapa ocorreu de um maior aprofundamento de conhecimentos da real situação da dinâmica na degradação ambiental observando a realidade do processo ocorrido na área de estudo, as observações pontuais e as descrições relacionadas às “níveis de degradação das terras e classes de cobertura vegetal”, vem definir finalmente os níveis e as classes dos mapas finais.

✓ A segunda - etapa constitui da aplicação de questionário (**anexo I**) visando obter o diagnóstico das vulnerabilidades (social, econômica, tecnológica e as secas) das famílias da zona rural na área da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB.

5.3.6. Editoração dos mapas temáticos

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

5.4. Análise na Degradação das Terras e na Cobertura Vegetal

A análise da degradação ambiental foi constituída apartar dos resultados encontrados nos mapas dos níveis da degradação das terras e das classes de cobertura vegetal, discriminado por: “muito baixo, baixo, moderado baixo, moderado, moderado grave e grave”, “densa, semi-densa, semi-densa a rala, rala e solo exposto”. Estes foram determinados no banco de dado como planos de informações (PIs) essa estrutura são relacionados aos programas de informações geográficos. A construção da (**Tabela 4**) representa conteúdo convencionado na fixação aos níveis de degradação seguindo esses parâmetros como indicadores, características físicas distintas segundo BARBOSA *et al.* (2005).

Diante da dinâmica representativa das observações de campo conjunto as informações da superfície terrestres e agrupadas no resultado final do mapeamento.

Tabela 4 Indicadores de fotointerpretativo dos níveis de degradação

Indicadores	Características	Níveis de degradação
Vegetação	Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos.	Grave
Uso da Terra	Áreas de vegetação nativa intercaladas com áreas de cultura e pastagem. Pecuária extensiva e semi-extensiva.	
Erosão	Acentuada. Em áreas de relevo plano a suave ondulado predomina erosão laminar. Em relevo mais declivoso podem aparecer sulcos em alguns pontos ravinas e voçorocas.	
Detritos orgânicos na superfície	Poucos, nas áreas de vegetação nativa	
Densidade populacional	Média a média alta. Migração.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderado Grave; Moderado; Moderado Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeira e pequena irrigação.	
Erosão	Moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos incipientes.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos	Moderado
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeira e pequena irrigação.	
Erosão	Moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade alta, porte arbóreo e arbustivo.	Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa, culturas agrícolas; pastos; pecuária extensiva em pequena escala. Manejo florestal.	
Erosão	Baixa. Laminar. Ausência de sulcos.	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidade de média a alta.	
Densidade populacional	Baixa à média.	
Vegetação	Densidade alta a muito alta, porte predominantemente arbóreo e arbustivo.	Muito Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa	
Erosão	Ausente	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidades expressivas; presença de gramíneas e herbáceas.	
Densidade populacional	Muito baixa ou nula.	

Fonte: Barbosa et al (2005)

O levantamento da cobertura vegetal e da degradação das terras foi realizado para dois períodos distintos, 1990 e 2010. Esses resultados permitem avaliar a evolução da dinâmica na degradação ambiental a partir dos dados fornecido pelas unidades geográficas estabelecida nos processos computacionais que ocorreu no intervalo de (20) vinte anos. O comprometimento dos recursos de vegetação, solo e dos recursos hídricos importante na compreensão do aumento e/ou diminuição das áreas antropizadas.

A metodologia adotou cinco classes de cobertura vegetal (muito densa, semi-densa, semi-rala, rala e solo exposto), além de se quantificar as áreas de solo expostos e corpos d'água de superfície. As classes de cobertura vegetal mais críticas e os níveis mais graves de degradação estão associados às tonalidades de cinza mais escura detectadas na banda 4 das imagens; já as classes mais preservadas e os níveis mais baixos estão associados as tonalidades de cinza mais claras.

5.5. Diagnóstico sócio-econômico (Vulnerabilidade)

Para avaliar as vulnerabilidades é considerado como satisfatório a abrangência de 10% do total da área pesquisada, neste caso a área atinge um total de 300,2 Km² e foram aplicados 63 questionários (ANEXO I), que corresponde mais de 20% do universo, considerando os valores de referência (ANEXO II) é aplicado a cada variável do questionário do ANEXO I dados referente à população rural da área pesquisada. Os 63 questionários foram distribuídos por Agentes Comunitários de Saúde no território abrangente considerando a região distribuída pela secretario de saúde dos municípios envolvido, treinados, orientação supervisionados pela equipe de pesquisa do estudo.

De acordo com os diagnósticos (Rocha et al 1997), foram elaborados prognósticos, de indicadores determinantes sobre a qualidade de vida dos habitantes rurais da área em estudo. Este diagnóstico é definido como a arte de conhecer os problemas que mais afetam esta população, as variáveis observadas quantificam e mostram os setores mais vulneráveis da população rural, análises e interpretações dos valores dos recursos naturais renováveis com relação à vida desta população.

As classes de vulnerabilidade utilizada na classificação sugerida por BARBOSA (1997) foi classificada em quatro classes (**Tabela 5**), os valores variam de zero (vulnerabilidade nula) até 100% (vulnerabilidade máxima).

Tabela 5. Classes de vulnerabilidades do diagnostico sócio-econômico

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

Fonte: (ROCHA, 1997); adaptada por (ARAUJO, 2002) para semiárido paraibano

Esta metodologia utilizada no diagnóstico sócio-econômico e ambiental é advinda de ROCHA (1997) para o Rio Grande do Sul, adaptada e utilizada ARAÚJO (2002), SILVA (2002), MORAES NETO (2003), SOUSA (2007), DUARTE (2008), para o semiárido paraibano. Esta responde sobre o resultado levantado do fator vulnerabilidade social, econômica tecnológica e a seca ambiental, da população rural da bacia, das respectivas variáveis da (Tabela 6).

Tabela 6. Fator vulnerabilidade e as respectivas variáveis

Fator Vulnerabilidade	Variável
Vulnerabilidade social	Demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas, salubridade rural.
Vulnerabilidade econômica	Produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, verticalização de matéria prima, comercialização, crédito e rendimento.
Vulnerabilidade tecnológica	Uso de tecnologias, propriedades das máquinas e equipamentos.
Vulnerabilidade a seca	Recursos hídricos, produção, manejo da caatinga, exploração de espécies nativas, armazenamento, redução de rebanho, observação das previsões de chuva, ocupação nas estiagens, educação, administração rural, histórico das secas, sugestões, migração.

Fonte: (BARBOSA, 1997)

O levantamento das vulnerabilidades foi realizado a partir da aplicação dos 63 sessenta e três questionários conjuntos à população rural. Inicialmente, foi realizado um treinamento conjunto aos agentes de saúde da secretaria municipal (Figura 7), e distribuídos por área de atuação do agente, sendo recomendado pela metodologia por eles conhecer melhor a realidade dos entrevistados, entretanto a pesquisa se realize em um universo de 10% do total de famílias rurais ou do território da bacia. A escolha dos agentes de saúde na pesquisa deve-se ao fato destes terem conhecimento delas própria e suas relações sociais funciona diretamente, dando assim maior confiabilidade nas respostas dos entrevistados e por serem eles conhecedor da estrutura familiar dessa população.



Figura 7. Agentes de Saúde em treinamento feito pelos pesquisadores.

A partir dessas informações será possível identificar as principais características das comunidades rurais junto com o trabalho de campo, podemos refletir sobre a construção das vulnerabilidades e da degradação ambiental do meio e sua dinâmica relacionada aos meios sociais e naturais da região estudada.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Dinâmica da Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade. PB

A estratégia utilizada em qualquer pesquisa científica fundamenta-se em uma rede de pressupostos antológicos e de natureza humana, que definem o ponto de vista do pesquisador acerca do mundo que o rodeia (DUARTE, 2003). A compreensão dessa afirmativa tem grande importância no estudo da degradação das terras e suas dinâmicas, podem contribuir na geração de informações livres de paradigmas. Um estudo da adaptabilidade de um terreno, em função de uma sustentabilidade que leve em consideração a degradação principalmente pela erosão acelerada do solo, é uma importante ferramenta para aumentar a produtividade.

Nesse pressuposto, pensar no Nordeste brasileiro parece tarefa simples. No entanto, esta área, entre as cinco macro-regiões geográficas do país, é a que possui os mais fortes contrastes sociais, econômicos, culturais e ecológicos.

A bacia hidrográfica do açude Soledade. PB, região semiárida inserida nesse contexto não está passivo a degradação, porém a fragilidade dos ecossistemas e a ação humana permitiu um acelerado processo de destruição das condições biológicas em suas diversas formas. Em função da rigurosidade ambiental, a região caracteriza-se como um mundo solitário no processo de degradação, um território de constante luta pela sobrevivência contra a seca.

Os riscos a dinâmicas da degradação ambiental estão diretamente relacionadas à falta de gestão mais complexa capaz de dar um suporte no sentido emergencial, proporcionando assim melhores condições no âmbito dos recursos naturais.

O uso e o manejo das terras de forma inadequada causando o assoreamento da área, as intervenções das atividades humanas nesse cenário propiciaram os famosos núcleos de degradação, gerando o processo de desertificação, além da exclusão social.

O uso dos recursos naturais, com o objetivo do desenvolvimento da civilização, sobrevivência e conforto da sociedade, acaba ela própria sendo vítima desse sistema de insustentabilidade, que promove uma economia baseada na exploração destes recursos como única forma palpável das populações adquirirem o sustento para as famílias.

As práticas adotadas tradicionalmente no preparo do solo, como desmatamento, queimadas, sobre pastoreio, plantio morro abaixo, entre outras, tem contribuído para acelerar o processo dinâmico da degradação ambiental da bacia.

A análise comparativa das Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA) para as passagens das passagens de 18/06/1990 (**Figura 8**) e 22/04/2010 (**Figura 9**) permitem comparar o comportamento da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB que espelha fielmente a figura na diminuição de uma paisagem devastada pela busca incessante da sobrevivência humana. Nas imagens observamos na cor verde as áreas com cobertura vegetal, enquanto as cores magenta e ciano representam as áreas de solo exposto ou com cobertura vegetal rala. Na **Figura 8** para o ano de 1990 podemos observar que a bacia apresenta variações significativas na cobertura vegetal, representada pelos tons de verde e outras representação indicando presença de solo exposto (tons de magenta e ciano). De uma maneira geral a bacia neste ano de 1990 possuía áreas que mostrou a imagem que denotava preservação ambiental.

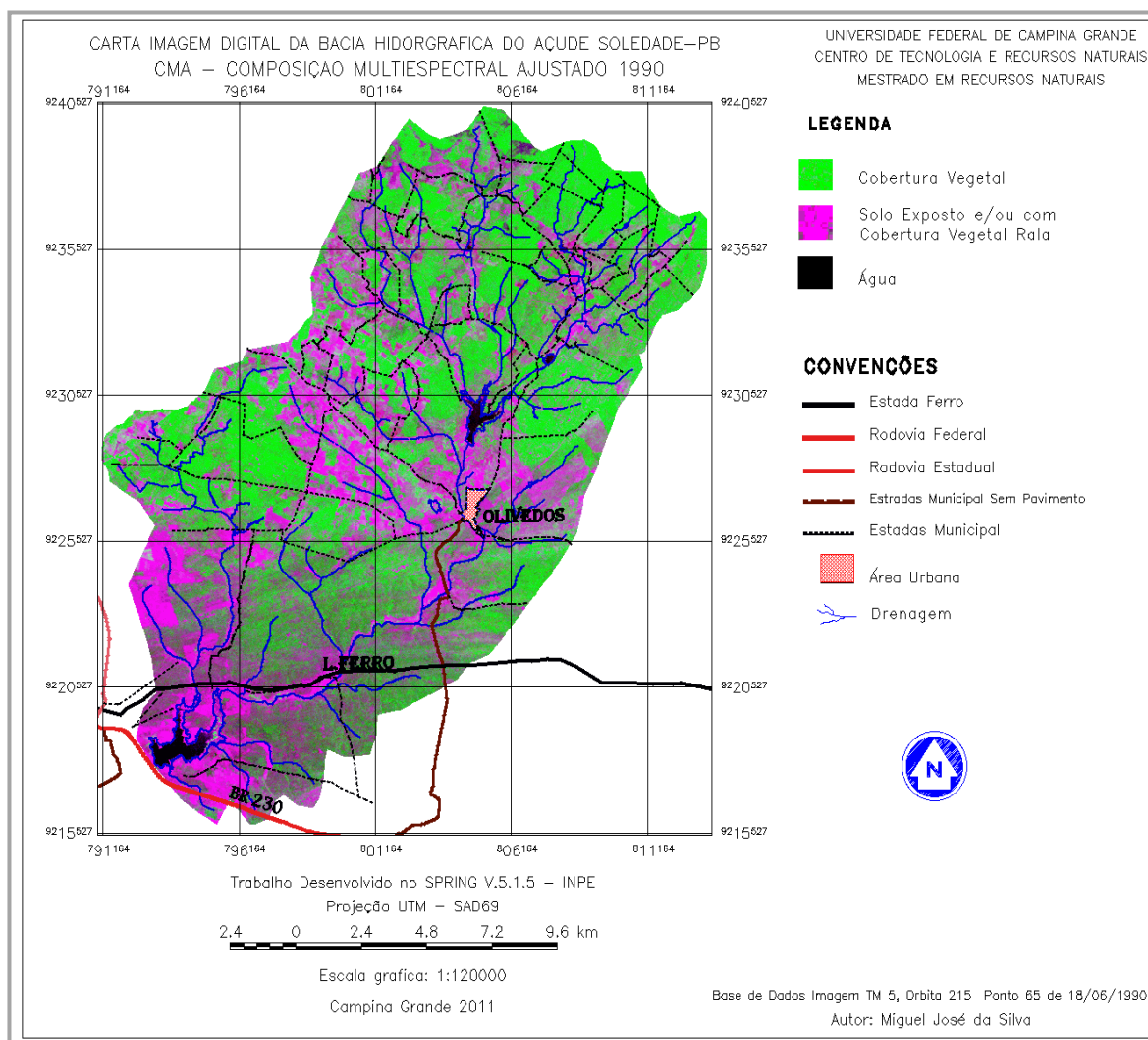


Figura 8. Composição Multiespectral Ajustada (CMA) Data de passagem 18/06/1990.

Na **Figura 9** para ano de 2010 observa-se que ocorreu diminuição na cobertura vegetal, enquanto as áreas de solo exposto se destacam em proporção maior, em tons de magenta e ciano. A imagem é nítida e espelha a expressão de uma paisagem em processo de destruição bastante acentuada onde mostra a dinâmica da degradação ambiental imposta, resultante da ação humana na alteração dos padrões de organização social e econômica de determinadas regiões, afetando, dessa forma, o processo de integração e desenvolvimento fazendo com que a população rural migre em busca de melhores condições de vida.

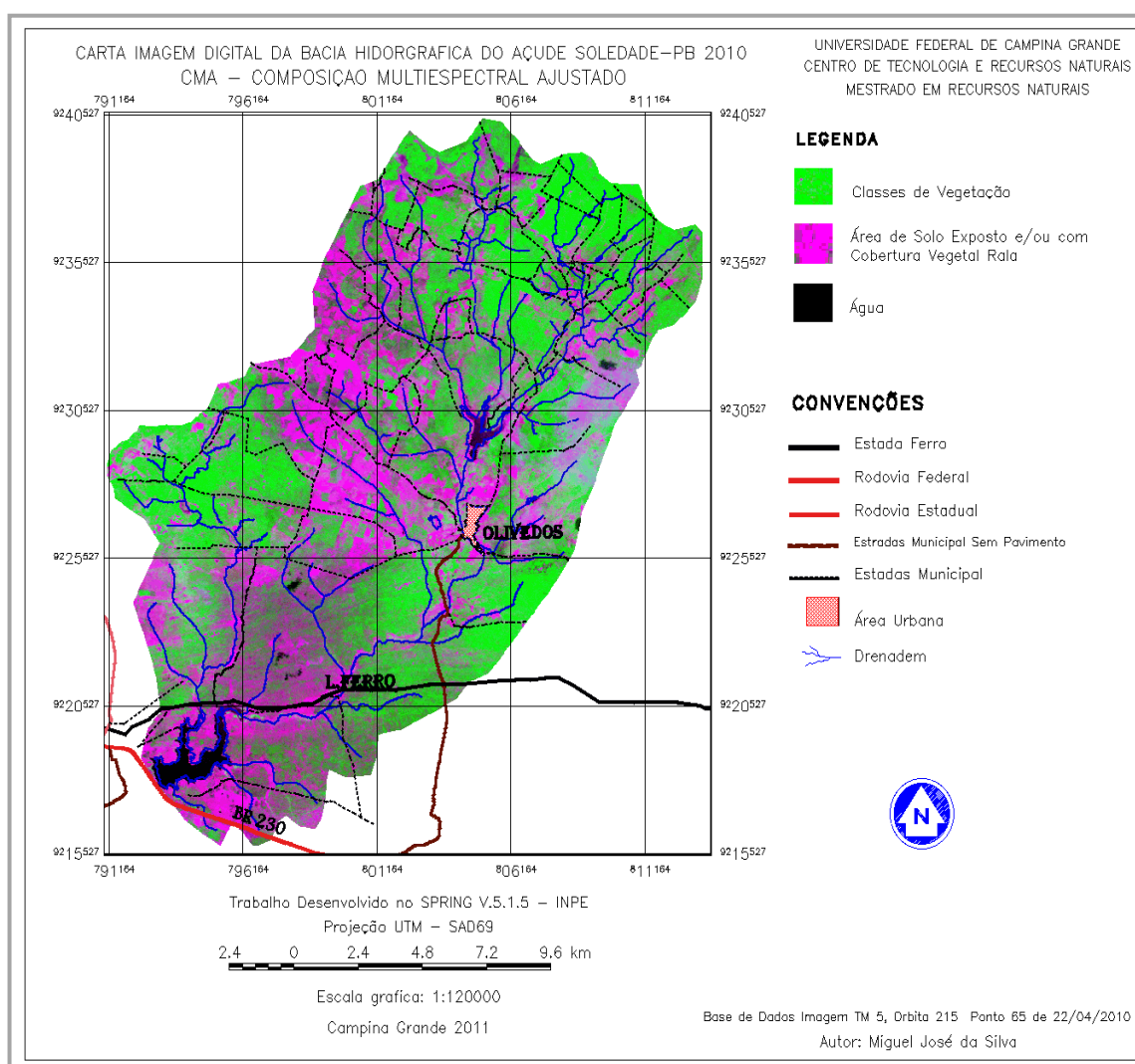


Figura 9. Composição Multiespectral Ajustada (CMA) Data de Passagem 22/04/2010.

Na pesquisa de campo foi observado que a bacia apresenta um índice grave de degradação dos recursos naturais.

A vegetação foi em grande parte dizimada, acarretando graves perdas de solos, em parte dessas áreas foi substituída pela cultura da palmas (**Figura 10**), tornando mais difícil a sustentabilidade dos ecossistemas locais. Uma situação de risco e vulnerabilidade que se encontram os pequenos agricultores em executar alguma prática de conservação do solo, com o plantio da monocultura da palma forrageira transformando situações em praticas de conservação dos solos, na região da bacia resultante da ação humana na sobrevivência do homem na terra durante período de estiagem

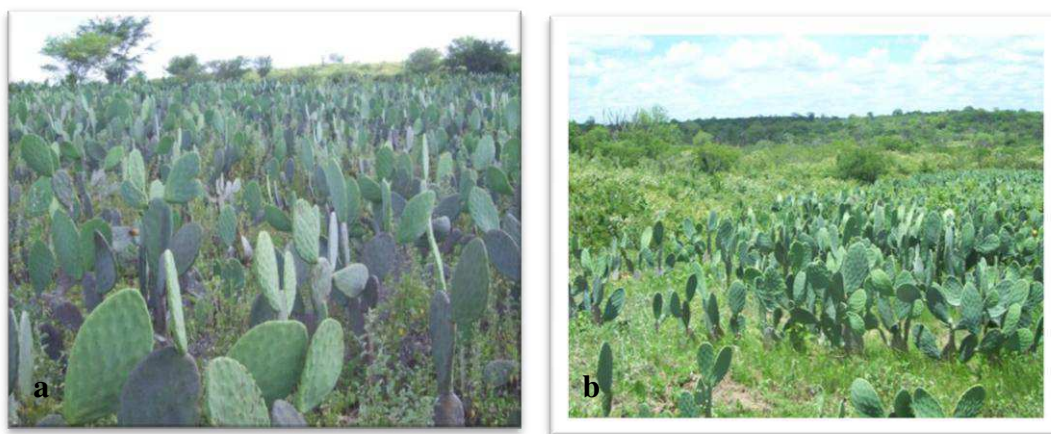


Figura 10 (a e b). Aspecto geral de área ocupada pela cultura de palma forrageira (06 58 17,4 S, 36 16 15,6 W; 06 54' 16.5" S, 36 15' 01.2" W).

Diante do fato, a pesquisa de campo foi revelando ao longo da bacia diferentes situações de degradação, uma delas são o desmatamento da mata ciliar as margens dos riachos e rios assoreando os recursos hídricos (**Figura 11**). Na grande maioria estas áreas são usadas para o plantio culturas de subsistência ou pecuária extensiva contribuindo para agravar a degradação dos recursos hídricos reduzindo sua existência.

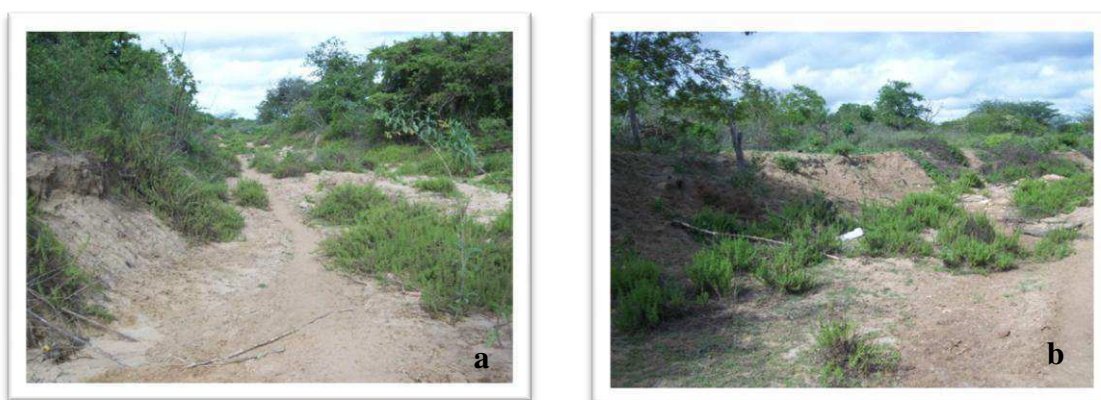


Figura 11 (a, e b). Redução da mata ciliar aumenta o assoreamento dos rios e reduzem recursos hídricos. (7° 02 14,4 S, 36° 15 03,9 W).

A introdução da cultura do algaroba (*Prosopis juliflora*) na região mais ou menos na década de 80, com o objetivo principal de alcançar o desenvolvimento sustentável por meio de reflorestamento tornou-se posteriormente um problema em relação à degradação dos solos, principalmente, para os recursos hídricos, uma vez que as raízes pivotantes são de extrema agressão e crescimento, pelo fato destas buscarem água em grandes profundidades do lençol freático (**Figura 12**).



Figura 12(a e b). Aspecto geral da área ocupada pela cultura de algaroba, solo exposto aos raios solares. (06 56' 14,3'' S, 36 12' 43,2''W).

As áreas ocupadas por essa cultura atualmente abandonadas, as colocam em exposição direta a incidência dos raios solares aumentando os riscos à degradação (**figura 12 (a)**). Assim, a percepção é que existe uma carência de conhecimentos e informações a respeito de medidas de conservação, áreas em risco a degradação é preciso que o pequeno agricultor procure praticas de manejo adequado na recuperação destes recursos naturais.

6.2. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade. PB

Os resultados construídos com os mapas digital dos níveis de degradação das terras (**Figura 13 e Figura 14**) obtido com base em imagens TM/Landsat-5, processadas no SPRING 5.1.5 e complementado com trabalho de campo, no período compreendido entre 1990 e 2010, mostrou que a degradação na área de estudo ocorreu variações significativa, como podemos constatar na **Tabela 7**. Nesse estudo, foram caracterizados seis níveis de degradação ambiental, a saber: muito baixo, baixo, moderado baixo, moderado, moderado grave e grave, além dos níveis foi caracterizado os corpos d'água presente na imagem. Os dados extraídos através do mapeamento dos níveis de degradação e representado em todos

eles, para entendimento do usuário, as variações relativas do aumento e/ou diminuição desse processo dinâmico que é a degradação ambiental na área de estudo.

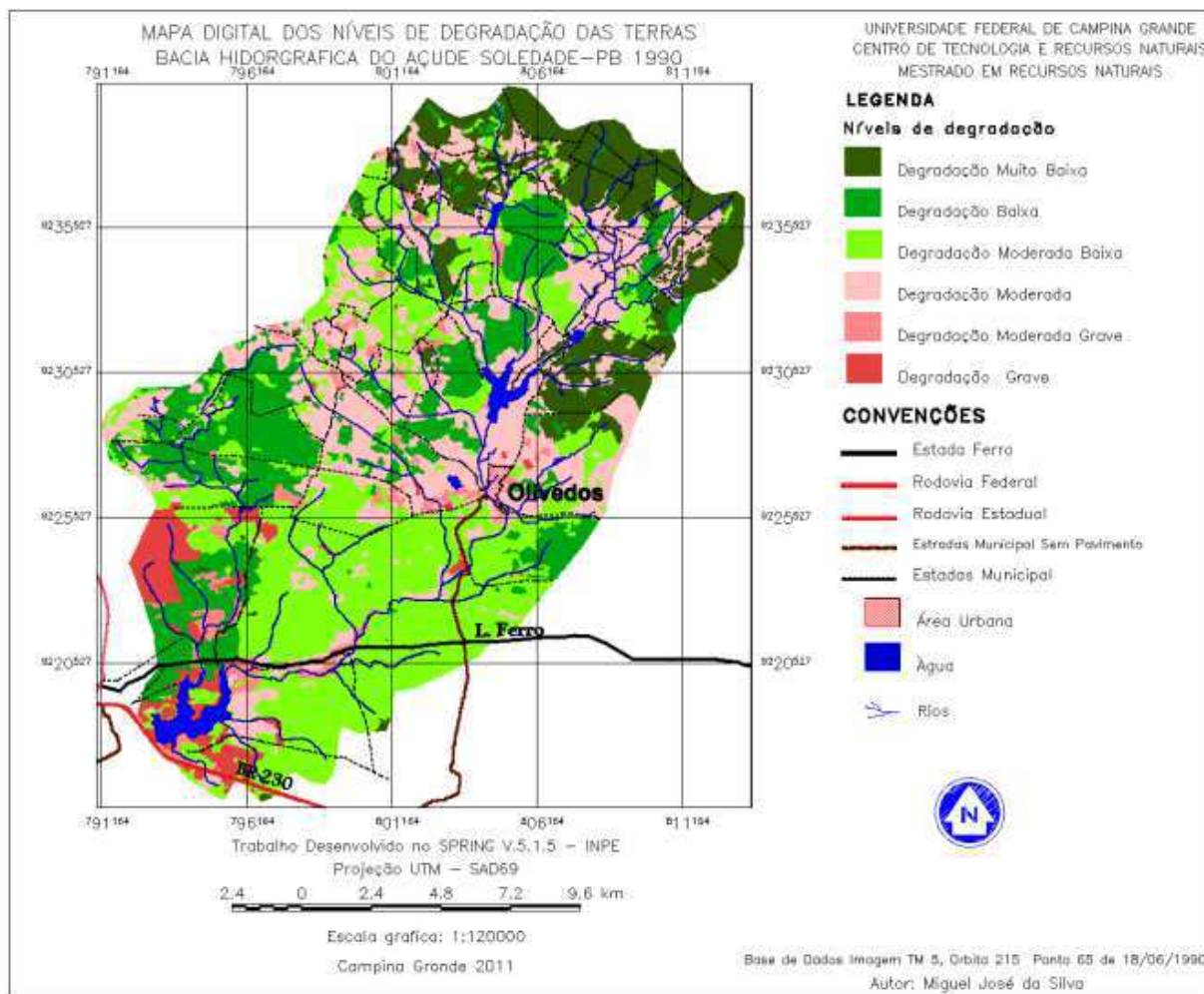


Figura 14. Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidrográfica do açude Soledade. PB 1990

O comportamento evolutivo dos níveis de degradação das terras **tabela 7** apresentam variações significativas durante intervalo da pesquisa que corresponde a 20 anos, e conclui-se que os níveis de degradação “muito baixa” e “moderado baixo” tiveram reduções expressivas como mostram os resultados em percentuais respectivamente, em 1990 era de (14,3%, 34,0%), em 2010 passou a (10,2%, 13,7%) o que apresenta uma redução nas áreas mais preservada desta região. No enquanto, o restante dos níveis teve ampliação conforme mostram dados da **tabela 7**, este avanço no processo de degradação é consequência do desmatamento para diversos fins, o risco à degradação é evidente. Conforme o Ministério do Meio Ambiente, o melhor caminho para se evitar a desertificação é a prevenção, por meio do uso racional dos recursos naturais, não permitindo que situações extremas se tornem cada vez

mais comuns dentro da paisagem diminuindo recursos importantes para sustentabilidade do homem no campo.

Tabela 7. Quantificação dos níveis de degradação das terras, no período de 1990 e 2010

Níveis de Degradação	1990		2010	
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%
Degradação Muito Baixa	42,8	14,3	30,7	10,2
Degradação Baixa	45,6	15,2	55,0	18,3
Degradação Moderado Baixa	101,9	34,0	41,2	13,7
Degradação Moderado	87,7	29,3	116,4	38,7
Degradação Moderado Grave	8,5	2,2	23,5	7,8
Degradação Grave	10,9	3,6	29,5	9,8
Água (Corpos d'água)	2,8	0,9	4,1	1,5
Total	300,2	100	300,2	100

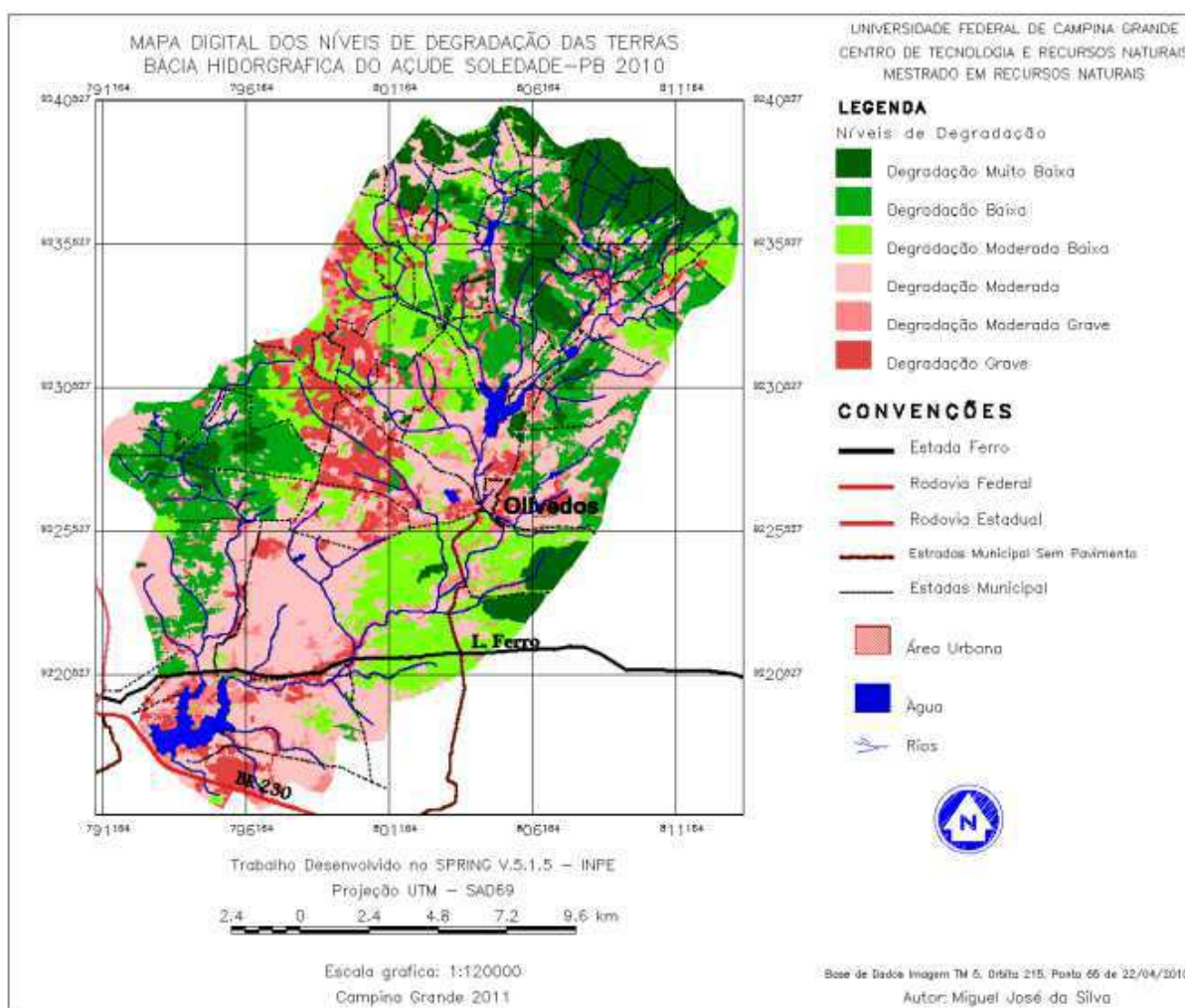


Figura 14. Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidrográfica do açude Soledade. PB 2010

O (**Gráfico 01**) apresenta todas as variações referente aos níveis de degradação das terras entre 1990 e 2010, e mostrou o que revela os dados encontrados nos mapeamentos dos níveis de degradação, e mostram as variações das áreas adjacentes, tanto, no aumento e/ou redução dos níveis, entretanto, é visível o aumento nos níveis de degradação (baixa, moderado, moderado grave e grave), redução nos níveis (muito baixo e moderado baixo) entre 1990 e 2010, este processo dinâmica da degradação ambiental é evidente que, a redução está associada à diminuição da vegetação caatinga, enquanto, o aumento associa-se ao avanço da degradação, a consequência do desmatamento às vezes em razão da própria sobrevivência e do uso agrícola exaustivo, onde os solos sofrem pela ação do vento e escassez de chuvas em período prolongado de estiagem, o planejamento dos recursos naturais, causam menos impactos e riscos ao meio ambiente da região.

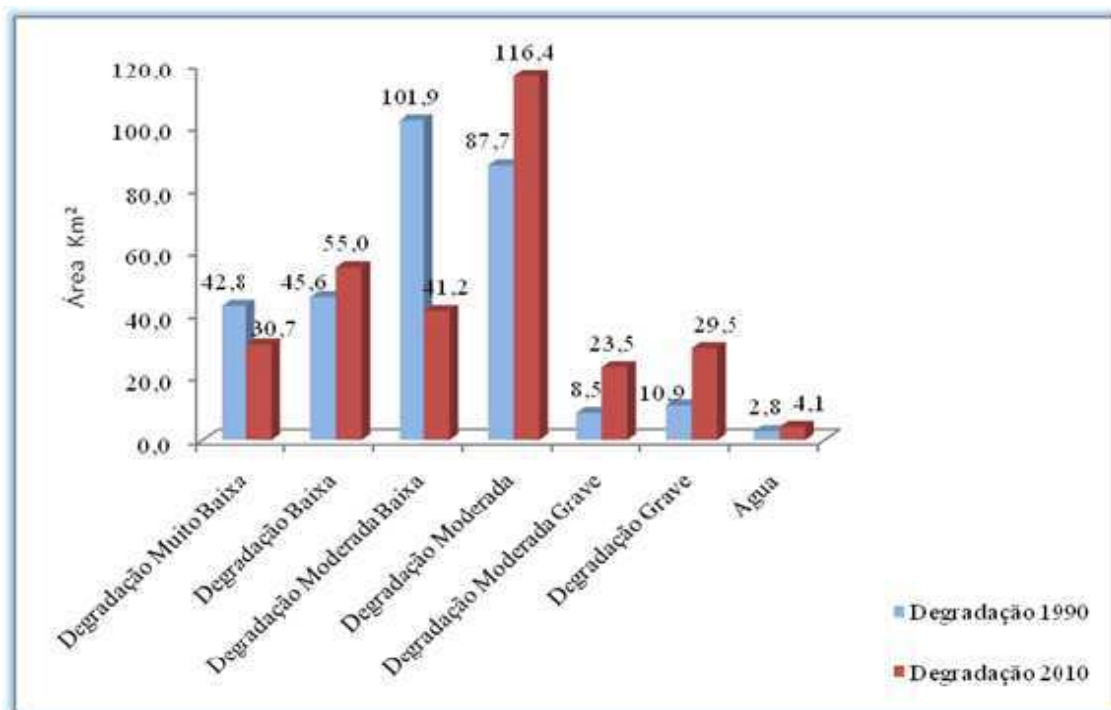


Gráfico 01. Representação gráfica dos Níveis de Degradação dos anos de 1990 e 2010.

A característica natural das vistas parciais dos diferentes níveis de degradação das terras forma normal do ambiente nas observações e registros de campo:

A característica das classes de degradação foi revelada através da uniformidade da cobertura a de nível muito baixa ocorre geralmente em região acidentada de pouco acesso pelo homem, a área de relevo suave ondulado a ondulado característica natural da vegetação, vista parcial da (**Figura 15**).



Figura 15(a e b). Área representada pela classe de degradação muito baixa. ($06^{\circ} 56' 27,8''$ S, $36^{\circ} 13' 19,6''$ W; $06^{\circ} 58' 20,4''$ S, $36^{\circ} 16' 09,4''$ W).

Ausência de degradação das terras forma normal do ambiente nas observações e registros de campo, sem presença de erosão na observado durante o trabalho de campo (**Figura 16**), com relação ao nível de degradação baixo verifica-se que a área em recuperação, com alguns exemplares arbóreos, o solo possui uma boa cobertura vegetal, cuja característica não foi encontrado solo exposto, a radiação solar.



Figura 16(a e b). Área representada pelo nível de degradação moderada baixa. ($7^{\circ} 02' 14,4''$ S, $36^{\circ} 15' 03,9''$ W; $07^{\circ} 01' 30,8''$ S, $36^{\circ} 15' 21,3''$ W).

O nível de degradação moderada representava em 1990 uma área de $87,7 \text{ km}^2$, entretanto, observa-se que em 2010 passou para $116,4 \text{ km}^2$ ocorrendo um aumento considerável a esse tipo de degradação. Estas áreas são em sua grande maioria ocupada com a cultura da palma forrageira, presença de algarobas, mas também uma vegetação em regeneração (**Figura 17**).



Figura 17(a e b). Aspecto do nível de degradação moderado. ($06^{\circ} 57' 29,8''$ S, $36^{\circ} 10' 40,5''$ W; $06^{\circ} 58' 17,4''$ S, $36^{\circ} 16' 15,6''$ W).

O nível moderado grave identificado na área de estudo encontra-se em expansão. Os solos expostos e a falta de cobertura orgânica propiciam à erosão. A pecuária extensiva tem contribuído para o aumento da degradação, o sobrepastoreio torna-as ainda mais vulneráveis (**Figura 18**).



Figura 18 (a e b). Aspecto do nível de degradação moderada grave: ($06^{\circ} 56' 26,3''$ S, $36^{\circ} 19' 00,5''$ W; $06^{\circ} 55' 43,2''$ S, $36^{\circ} 16' 49,7''$ W).

O nível de degradação grave é caracterizado por uma cobertura vegetal rala e/ou inexistente, presença de solo exposto, pedregosidade e afloramentos de rocha, as áreas do leito do rio invadidas pela algaroba. A forma de preparo da terra com queimadas tem contribuído para o aumento desse tipo de degradação, já que a elevada escassez de água e a exposição solar tornam-se áreas vulneráveis a risco de desertificação (**Figura 19**).

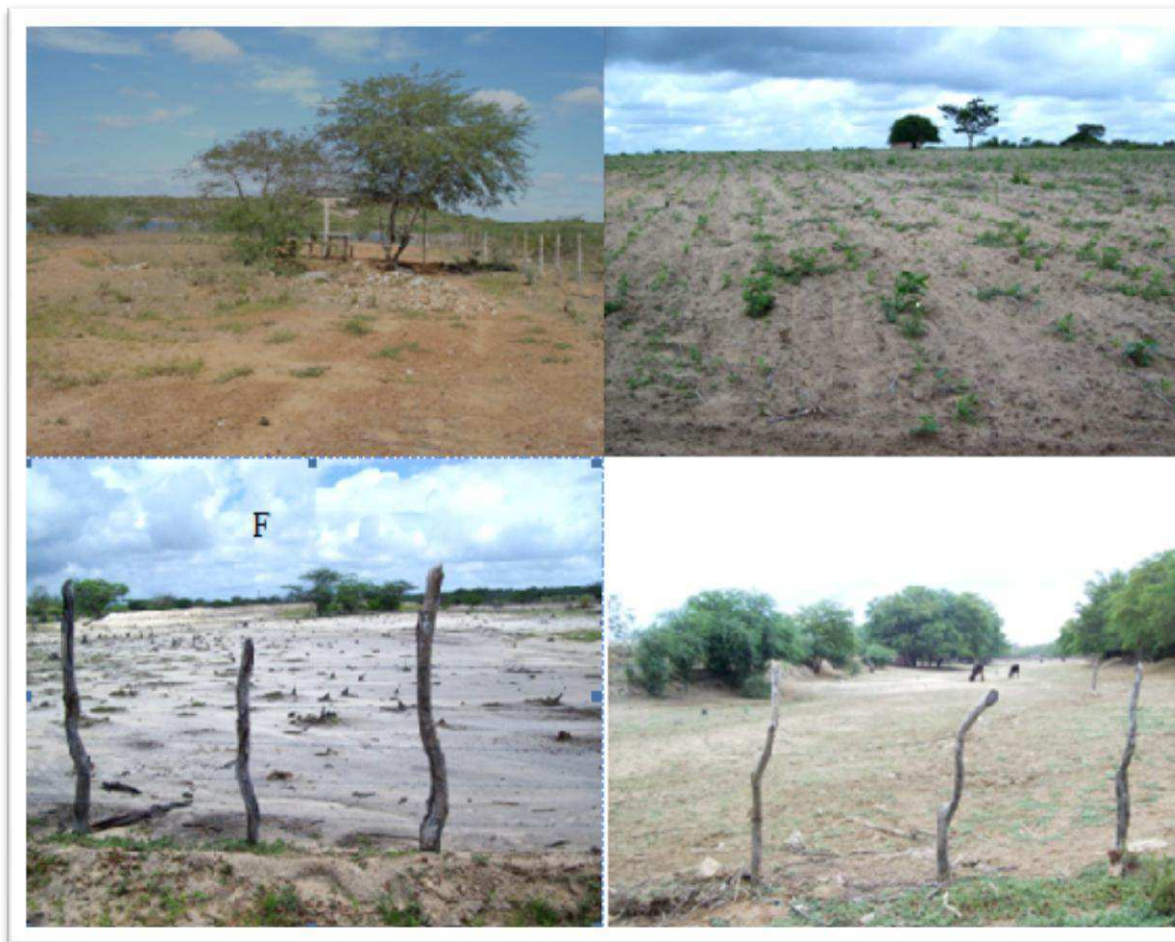


Figura 19. Características dos níveis de degradação grave. ($07^{\circ} 04' 11,4''$ S, $36^{\circ} 18' 32,0''$ W; $07^{\circ} 04' 11,4''$ S, $36^{\circ} 18' 32,0''$ W; $06^{\circ} 58' 32,8''$ S, $36^{\circ} 16' 50,2''$ W; $6^{\circ} 59' 28,6''$ S, $36^{\circ} 14' 41''$ W;).

6.3. Mapas Digitais das Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra

Os mapas de cobertura vegetal de 1990 e 2010 expressam a maneira vulnerável em que se encontra a vegetação caatinga representada pelas (**Figura 20** e **Figura 21**). A ação antrópica causada pelo uso e manejo inadequados dos recursos naturais vem contribuir para redução desse bioma caatinga, expresso nos dados obtido no processamento dos mapas e presente nas cores que apresentam. O mapeamento considera as seguintes classes de cobertura vegetal ou vegetação: (densa, semi-densa, semi-rala, rala, rala + solo exposto e solo exposto) e uma classe de corpo d'água encontrado nas imagens TM/Landsat 5 e 7, estas classes e os dados estão tubulados na (**Tabela 8**), para melhor entendimento dos valores quantitativos e os percentuais relativo a cada classe de cobertura vegetal do mapa apresentado para o ano 1990 e 2010.

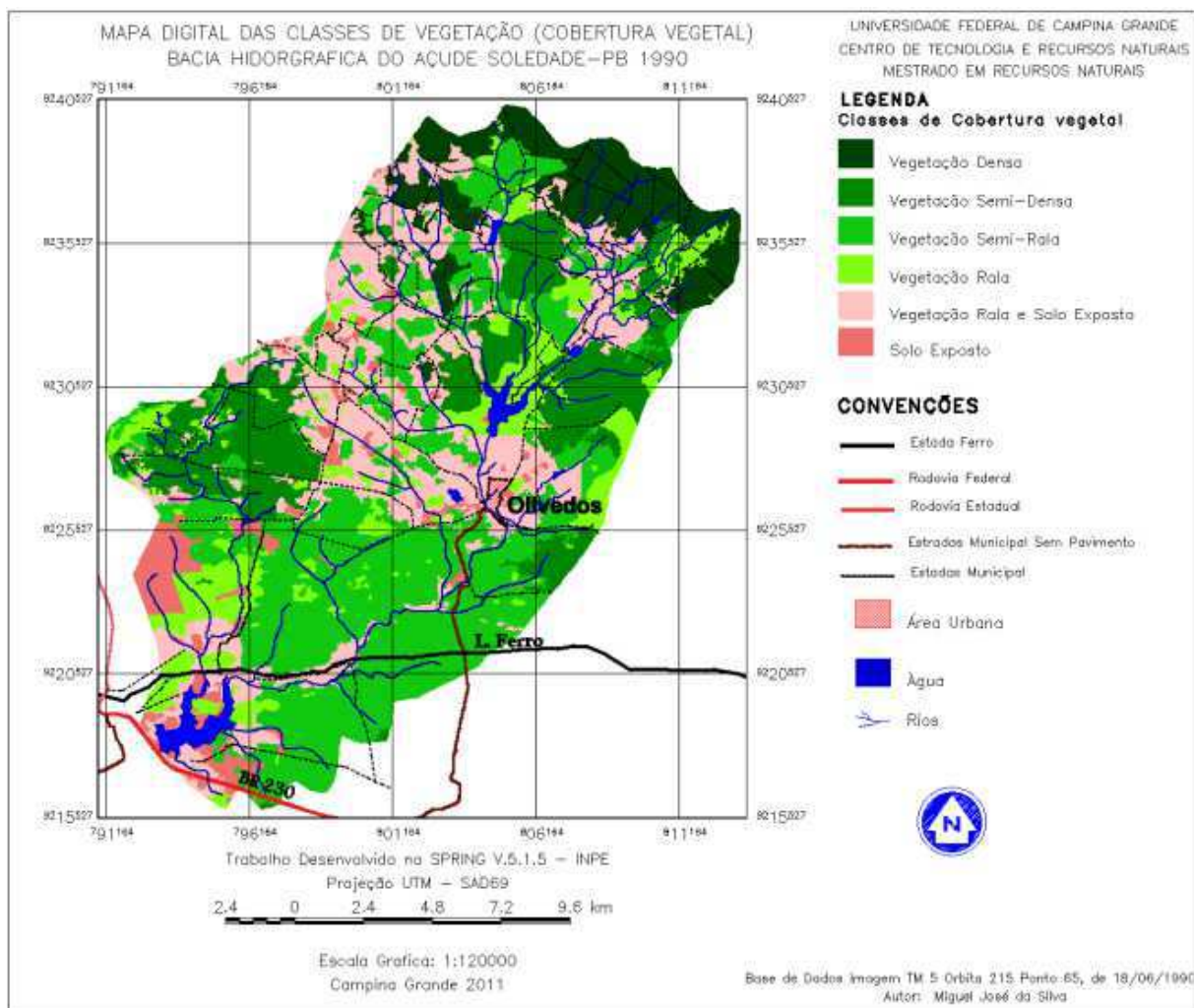


Figura 20. Mapa digital das classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB 1990.

Tabela 8. Quantificação das classes de cobertura vegetal para o período de 1990 e 2010

Vegetação	1990	%	2010	%
Vegetação Densa	45,3	15,1	30,6	10,2
Vegetação Semi-Densa	36,7	12,2	68,2	22,7
Vegetação Semi-Rala	95,6	31,9	69,6	23,2
Vegetação Rala	30,5	10,2	74,5	24,8
Vegetação Rala e Solo Exposto	75,7	25,2	24,7	8,2
Solo Exposto	13,5	4,5	28,4	9,5
Água	2,8	0,9	4,2	1,4
Total	300,2	100,0	300,1	100,0

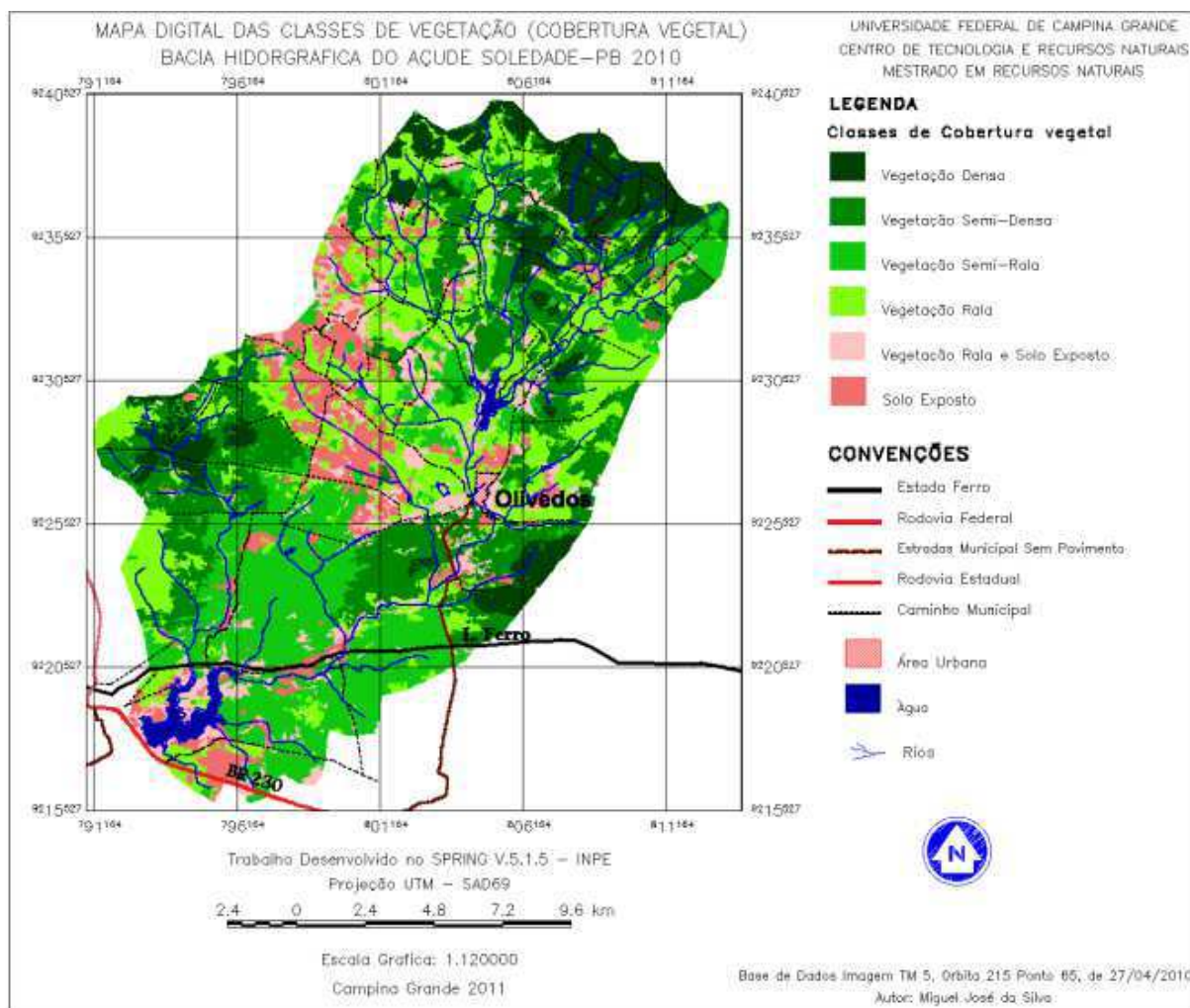


Figura 21. Mapa digital das classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB 2010.

Diante do exposto e dos dados encontrado no estudo verifica-se que o Bioma Caatinga merece de maior atenção por parte dos órgãos competentes, já que área de vegetação densa reduziu em 14,7 Km² durante intervalo de (20) vinte anos na área de estudo.

Esta exploração da vegetação causada para vários fins (**Figura 22(a e b)**), como olarias, padarias e consumo domestico. A prática da retirada da vegetação tem sido na maioria das vezes utilizada para sobrevivência das famílias rurais durante o período de estiagem, essa forma irracional de uso da caatinga tem alterado completamente o seu bioma. Durante o desenvolvimento da pesquisa observou-se que nessa região se desenvolve com maior expressão a pecuária extensiva, acompanhada de um uso agrícola agregado a pastagem a cultura de palma forrageira que de alguma forma tem contribuído para minimizar degradação em área por ela utilizada.

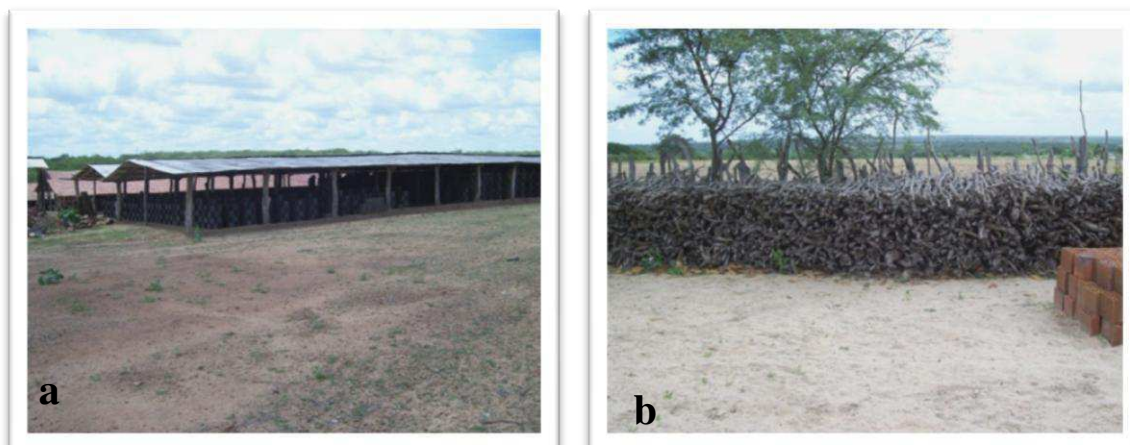


Figura 22 a). A indústria de cerâmica, **b)** Retirada da vegetação de caatinga de forma indiscriminada, (06° 56' 13.4" S e 36° 17' 7.6" W ; 06° 56' 14.3" S e

A cobertura vegetal pode em médio prazo melhorar consideravelmente as propriedades do solo, além de diminuir o processo erosivo, o assoreamento dos rios e do açude, conseqüentemente minimizando os danos ao meio ambiente, já que o assoreamento implica em diminuição do volume de água no açude, considerado de importância social econômica para a população local. Entretanto, para maximizar os benefícios que a cobertura vegetal proporciona devem ser levadas em consideração as mudanças climáticas na região.

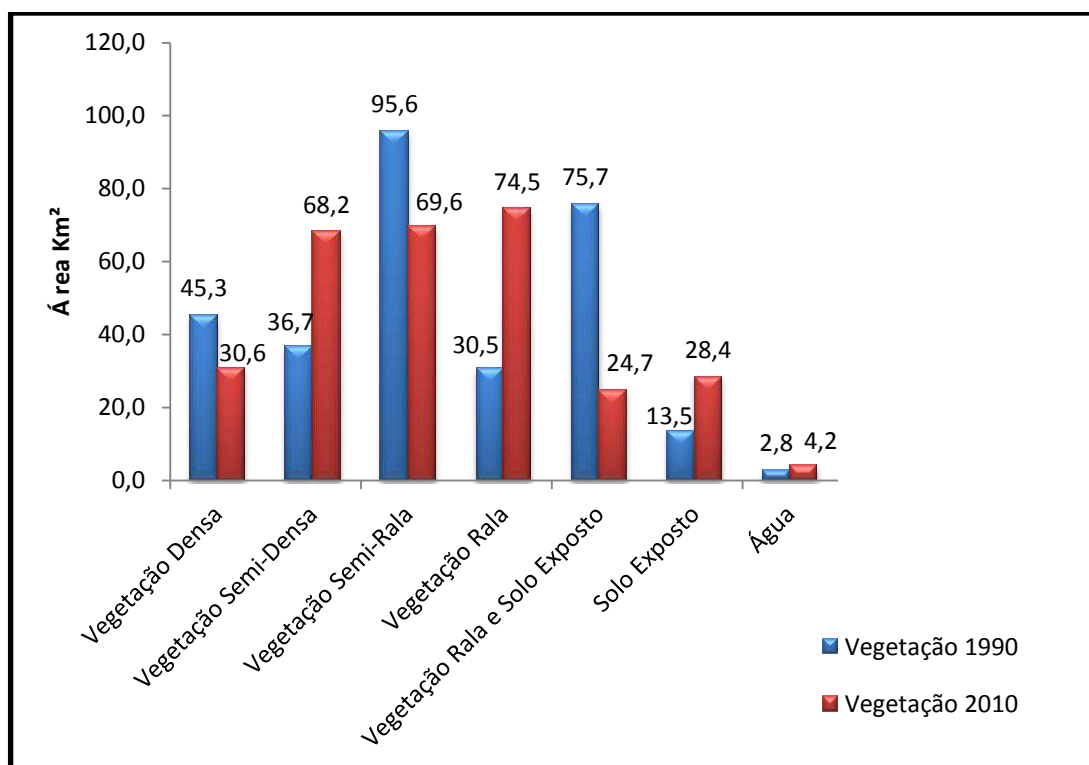


Gráfico 02. Áreas de Classes de vegetação (km²) no período de 1990 e 2010.

O **Gráfico 02** apresenta dados encontrado a partir do mapeamento das classes de vegetação na região da bacia e esta construção informa o aumento e/ou diminuição das classes de vegetação, entretanto, a diminuição ocorreu nas áreas de vegetação densa e semi-rala, certamente cedendo lugar as classes seguintes. O mesmo ocorreu com a classe de (vegetação rala + solo exposto), mas esta classe merece ser observada em esta associando entre duas outras classes onde a pouca vegetação rala reduz o nutriente expõe os solos diminuindo assim regeneração do ambiente, a causa é uso frequente na pecuária e na agricultura. Aspecto que aumenta a degradação colocando em risco o bioma, sendo assim, é importante o manejo do uso deste ambiente bem observado na pesquisa de campo e constatado no mapeamento.

O entendimento desta dinâmica é mostrado nas figuras abaixo que estão relacionadas em suas características de uso ou da classe de vegetação.

O uso agrícola com culturas de milho e feijão ocorre apenas no período de inverno e em pequenas áreas, entretanto, foi observado que as áreas estão praticamente em sua maioria ocupada com a monocultura de palma forrageira e está na região classificada no mapa na classe de vegetação semi-rala (**Figura 23**).



Figura 23. a) Área ocupada com cultura de milho e feijão ($06^{\circ}58'17,4''S$, $36^{\circ}16'15,6''W$). b) área com palma forrageira em um bom estado de conservação. ($06^{\circ}58'20,4''S$; $36^{\circ}16'09,4''W$).

As imagens da (**Figura 24**) caracteriza a região de uso moderado classificada como semi-densa a vegetação em estagio de regeneração que quantificou $68,2 \text{ Km}^2$ da área mapeada em 2010, dos $300,2 \text{ Km}^2$ da bacia.



Figura 24 (a e b). Aspecto geral da área com vegetação semi-densa. ($7^{\circ} 02' 14,4''$ S, $36^{\circ} 15' 03,9''$ W).

Tendo em vista o tipo de solo em sua maioria representado por PLANOSSOLO NÁTRICO, a escassez de água é uma constante durante a época de estiagem. As áreas praticamente são destinadas para pecuária (**Figura 25**).



Figura 25 (a). Vista parcial da área ocupada com pastagem e capim elefante. **b).** Caminho de sinal, vegetação rala e presença de solo exposto. ($06^{\circ}55'43,2''$ S, $36^{\circ}16'49,7''$ W).

As áreas representadas por vegetação rala estão sujeitas a erosão laminar, principalmente por estar exposta a radiação solar, sem proteção por gramíneas e detritos orgânicos. No ano de 1990 a área ocupada por esse tipo de vegetação era de $30,5 \text{ km}^2$, no entanto, em 2010 o mesmo tipo de vegetação passou para $74,5 \text{ km}^2$ de acordo dados processado no mapeamento e apresentado no **gráfico 01**, paisagem presente na (**Figura 26**).

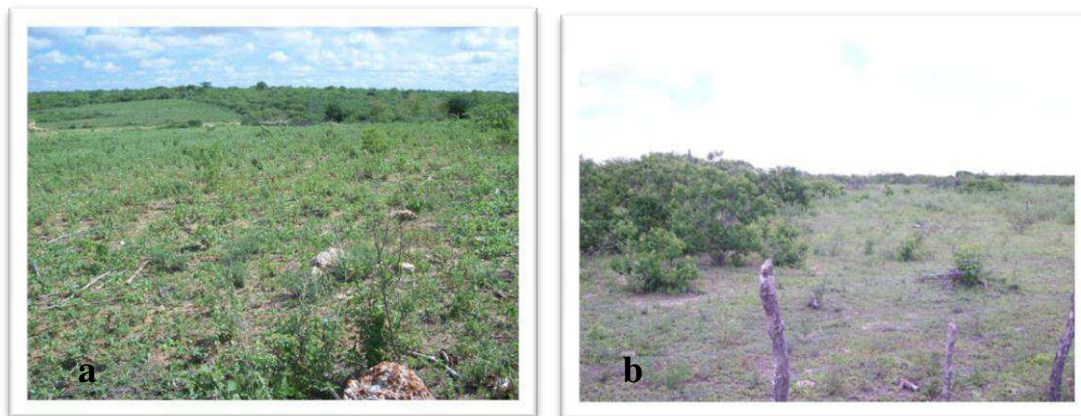


Figura 26 (a e b). Aspecto geral da classe de vegetação rala e pastagem. ($07^{\circ} 01' 04,3''$ S, $36^{\circ} 14' 21,4''$ W).

Essa transformação é um processo que tem caráter histórico segundo ABEAS (2004), a ocupação do interior dos chamados “sertões nordestinos”, embora remonte ao início da colonização, permanece há séculos com uma economia limitada à criação de gado. Uma pecuária extensiva associada à agricultura de autoconsumo, com o surgimento posterior da cultura do algodão, levou a um grande adensamento populacional, ocorrendo um amplo impacto ambiental. O conjunto dessas atividades promoveu um intenso desmatamento. Nesse contexto, na área de estudo um problema que gerou forte impacto na região se traduz com a introdução da algaroba, antes considerada como uma solução para a região do semiárido. Na década de 80 grandes projetos de reflorestamento com essa cultura foram implantados nas médias e grandes propriedades, posteriormente, por falta de um manejo adequado tornou-se uma invasora dos leitos dos rios, onde estudos e conhecimentos empíricos ainda não comprovados indicam uma redução das águas subterrâneas.

6.4. Diagnóstico Socioeconômico da População Rural da Bacia

As vulnerabilidades globais foram alcançadas a partir dos diagnósticos socioeconômicas e das condições ambientais representa aqui em uma amostragem das principais vulnerabilidades (social, econômica, tecnológica e às secas), a que foram submetidas à população residente na zona rural da bacia. Os diagnósticos realizados através da aplicação de (63) sessenta três questionários com suas diferentes variáveis alavancadas no anexo I na pesquisa, e em conjunto trabalho de campo anexo III, permite que se tenha uma visão clara da situação de setores mais necessita e de uma política de desenvolvimento sustentável para esta população menos esclarecida de uma sustentabilidade continua na região.

6.5. Vulnerabilidade Social

Com relação à vulnerabilidade social o valor encontrado foi de 12,8% (**Figura 27**), o que representa uma baixa vulnerabilidade. Este resultado reflete a qualidade de vida da população residente na área de estudo, com relação aos aspectos: demográficos, habitação, consumos de alimentos, participação em organização e salubridade rural.

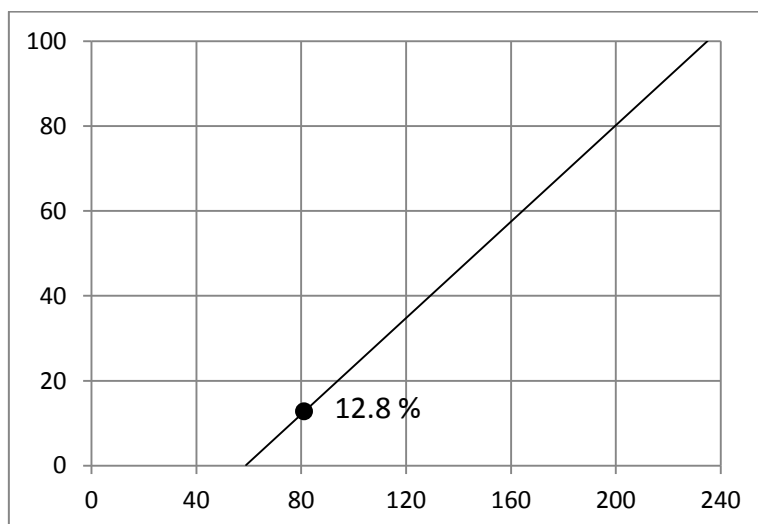


Figura 27. Vulnerabilidade Social da população

6.5.1. Gênero

A população rural pesquisada na bacia do açude Soledade é representada por: 51% da população do sexo masculino e 48% do sexo feminino.

6.5.2. A Variável Demográfica do Grau de Escolaridade

Os dados apresentados em termos de acesso a educação indicam que apesar dos avanços alcançados e dos esforços municipais na melhoria da qualidade do ensino, elevando o IDH-Educação nos anos compreendidos de 1991 e 2000 (**Tabela 9**), ainda se considera alto o número de pessoas analfabetas. Os dados são preocupantes no tocante a população constituída por pessoas consideradas analfabetos e analfabetas funcionais, principalmente na zona rural. Conforme a Confederação Nacional de Municípios (CNM) para os municípios que compõem a bacia hidrográfica do açude Soledade. PB, o percentual de analfabetos na faixa etária de 7-14 anos é elevado, este número aumenta quando se avalia a faixa etária maior que 25 anos.

Tabela 9. Percentual de analfabetismos considerando a idade entre 7-14 e > 25 anos. IDH Educação dos municípios da área de estudo –1991-2000

Analfabetismo	Municípios					
	Soledade		Barra de Santa Rosa		Olivedos	
	1991 (%)	2000 (%)	1991 (%)	2000 (%)	1991 (%)	2000 (%)
Idade (anos)						
7-14	56,72 0	21,34 0	57,12 0	26,49 0	48,770	14,080
Acima de 25	45,58 0	32,98 0	59,59 0	49,16 0	45,610	38,510
IDH-Educação	0,577	0,735	0,454	0,661	0,557	0,729

Fonte: http://www.cnm.org.br/educacao/mu_edu_analfabetismo.asp?iIdMun=100125023.

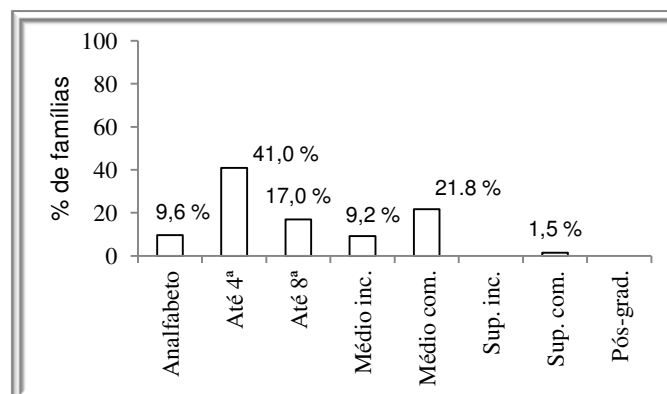
Conforme dados do Censo 2000, referindo-se aos anos de estudo, o número de pessoas sem instrução ou com menos de 1 ano de estudo é considerado elevado, o que demonstra ser a educação básica na zona rural ainda desenvolvida de forma muito lenta (**Tabela 10**).

Tabela 10. Anos de Estudo nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do açude Soledade

Anos de estudo	Municípios		
	Soledade	Barra de Santa Rosa	Olivedos
Sem instrução ou menos de 1 ano	844	1.393	276

Fonte: http://www.cnm.org.br/educacao/mu_edu_ano_estudo.asp.

Partindo-se dessa premissa, do universo pesquisado 9,6% representam o percentual da população analfabeta, 41% constituem àqueles que estudaram até a 4ª série, 17% até a 8ª série. Importante frisar que a pequena parcela da população com acesso ao ensino médio e superior corresponde um percentual ainda distante da realidade, em torno de 9,2% possui o ensino médio incompleto e 21,8% têm o ensino médio completo, apenas 1,5% da população possuem o ensino superior (**Figura 28**).

**Figura 28.** A Variável do Grau de Escolaridade.

Uma análise das características da comunidade com relação ao tema educação percebe-se que esta população pesquisa, não possui conhecimentos necessários para tomada de decisão e gerenciamento dos recursos naturais locais. Existe a necessidade de uma abordagem mais intensificada, principalmente, ao nível do ensino fundamental, para que no futuro estas tenha consciência de uma visão conservacionista do meio ambiente que se apresenta em risco de degradação, vivenciando a realidade local, e sensível as áreas mais vulneráveis a risco ambiental e suas sustentabilidades.

6.5.3. As Variáveis do Tipo de Habitação e Local

A estrutura social da comunidade com relação à habitação foi considerada de boa qualidade, evidenciando-se o padrão de moradia, tendo sua importância observada quanto à fixação dos produtores na zona rural, pois 95,2% têm moradia fixa na zona rural (**Figura 29**). Com relação ao tipo de moradia (**Figura 30**) as principais habitações encontradas em sua maioria são de alvenaria em bom estado de conservação (82,5%); de alvenaria em mau estado de conservação (11,1%) e menor percentual habitação do tipo taipa (6,3%).

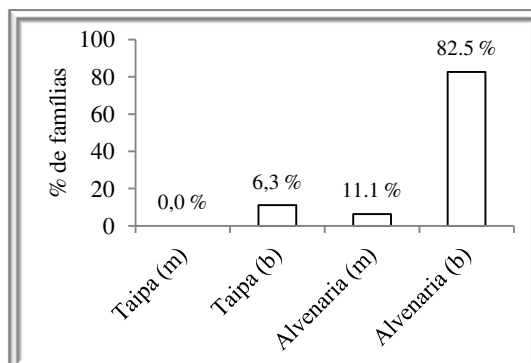
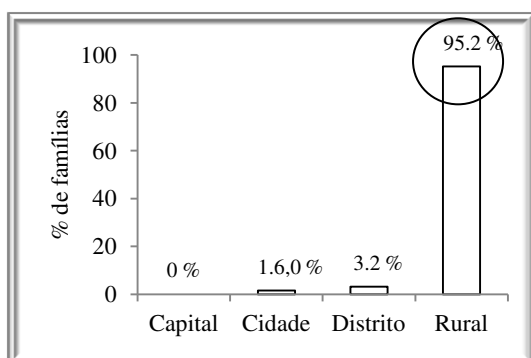


Figura 29. Local da residência do produtor.

Figura 30. Tipo de habitação do produtor.



Figura 31. a) Casas de alvenaria em bom estado de conservação. (06°55'33.2" S, 36° 11' 31.8" W), b). Casas de taipa em bom estado de conservação (06° 58' 17,4 s 36° 16' 15,6" W).

A **Figura 31** mostra o aspecto em geral o tipo de habitação existente na área de estudo. Existem dois extremos, o agricultor com um maior poder aquisitivo e outro vivendo em condições precárias, com pouca infraestrutura.

O estado de conservação das moradias pode ser observado quanto: o tipo de piso cimento está presente em 85% das moradias, seguido de cerâmica com 10%; somente 5% das residências têm peso de tijolo e não existe casa de chão batido (**Figura 32**). Quanto ao tipo de cobertura 100% das residências é utiliza a telha cerâmica (**Figura 33**).

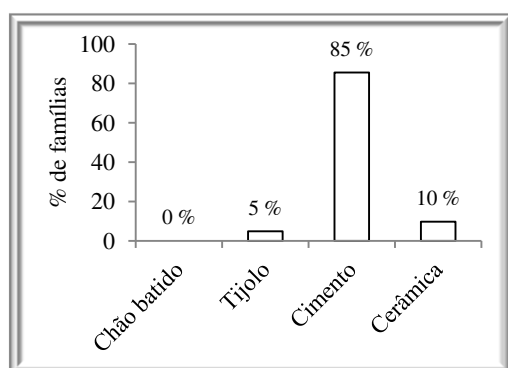


Figura 32. Tipo de piso da residência rural.

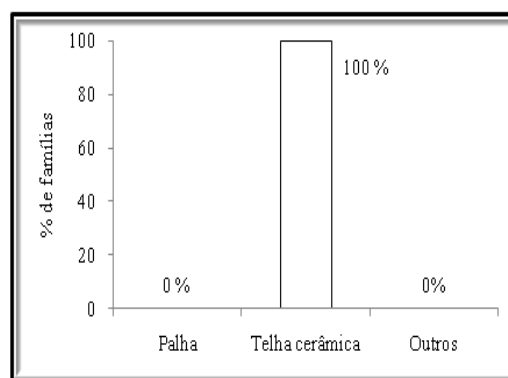


Figura 33. Tipo de teto da residência rural.

Cabe ressaltar que existe uma grande disparidade quando é avaliado o tipo de habitação da população rural, não existem moradias em mau estado de conservação, com condições sanitárias precárias, outras com boa infraestrutura (**Figura 34**).



Figura 34 (a). Aspecto geral de moradia com condições sanitárias precárias.
(b) moradia com boas condições sanitárias. (06 57' 29.8'' S, 36 10' 40.5'' W; 06 55' 43.2'' S, 36 16' 49.8'' W).

Outro ponto importante é em relação ao uso de eletrodomésticos (**Figura 35**), 87,1% da população possui geladeira, 93,5% dispõe de televisão, considerado o veículo de comunicação de maior disseminação, 41,9% possuem DVD/vídeo cassete e 85,5% aparelho de rádio, quando se trata de acesso a jornais ou revistas informativas o acesso é praticamente inexistente.

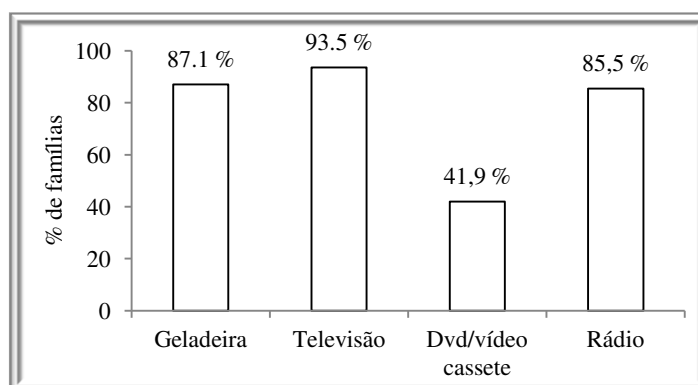


Figura 35. Tipo de eletrodomésticos do produtor rural.

A população rural mesmo apresentando uma renda mais baixa que a zona urbana também conseguiu adquirir bens de consumo duráveis. Isto se deve aos programas de transferência de renda por parte do governo federal, e os programas assistenciais como bolsa família, programa de erradicação do trabalho infantil, aposentadoria onde a facilidade de acesso ao crédito, entre outros, permitiram um crescimento do consumo entre a população rural.

6.5.4. Energético utilizado para cozinhar e acesso a energia elétrica

Dentre as famílias pesquisadas, 41,3% utilizam gás para cozinhar os alimentos, 33,3% usam lenha e carvão, 20,6% usam lenha/carvão/gás e apenas 4,8% usam energia elétrica eventualmente (**Figura 36**). O percentual de famílias que utilizam a lenha/carvão para cozinhar ainda é elevado, costume que foi utilizado por antepassados e ainda hoje vivenciado por pequenos agricultores, isto se deve ao baixo custo da extração da lenha e do elevado preço do gás de cozinha, entretanto, esta prática tem contribuído para o desmatamento, com perdas expressivas principalmente para a caatinga.

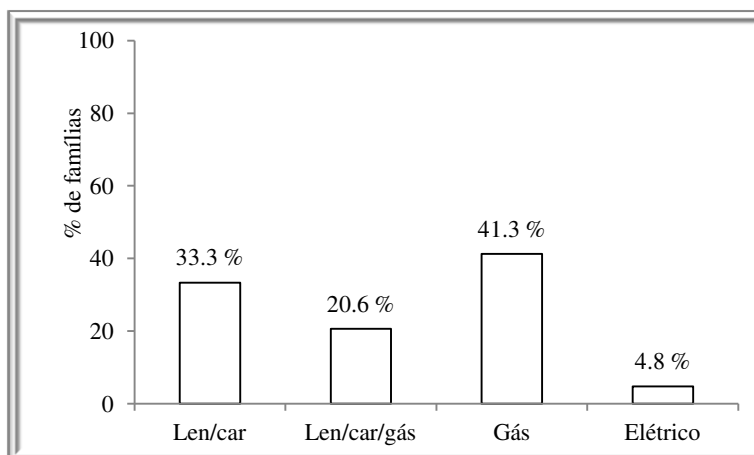


Figura 36. Tipo de consumo de energia, para cozinha rural.

Com relação ao acesso a energia elétrica observou-se que 94% das residências rurais estão ligadas à rede de energia elétrica, não existindo outras formas de uso de energia alternativas.

6.5.5. Tipo de água consumida na população rural

A água é considerada primordial para a manutenção da vida, também essencial para o desenvolvimento de uma região. Nesse sentido, 52,4% dos entrevistados respondeu que utilizaram água não potável e 47,6% a água é potável (**Figura 37**). Uma pesquisa realizada por CARVALHO (2010), constatou que a água do açude de Soledade representa riscos de doenças para a população que usa o açude para lazer, em função dos elevados valores de coliformes, não atendendo aos padrões de qualidade de água determinados pela Resolução 247/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), revelando-se para os usos múltiplos como: irrigação, agricultura e lazer dentre outros.

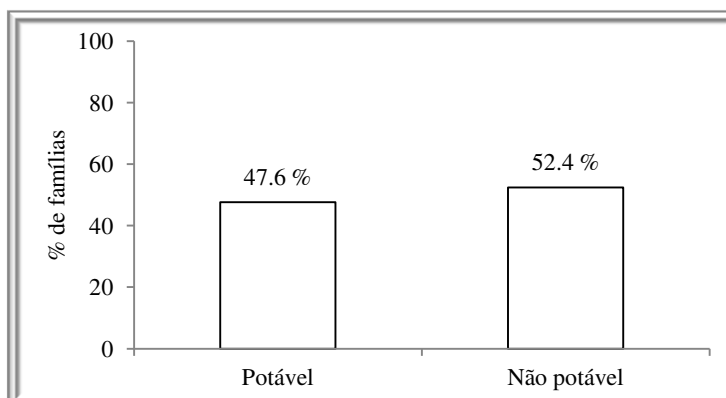


Figura 37. Tipo de água consumida pela população rural.

6.5.6. Tipo de saneamento utilizado e formas de eliminação do lixo

As condições são preocupantes quando se trata do esgotamento sanitário na zona rural, o que não é diferente do que acontece em áreas rurais do Brasil. Do universo pesquisado, 68,3% da população utilizam fossa e 31,7% fazem eliminação livre (**Figura 38**), em consequência, esta forma de deposição causa sérios danos a saúde humana e animal, poluição das águas subterrâneas, etc.

De forma similar, ocorre com a eliminação do lixo gerado pela população, assim, 83,9% do lixo produzido é enterrado e/ou queimado, prática esta bastante comum entre a população residente na zona rural e 16,1% têm a eliminação livre (**Figura 39**), isto ocorre devido à inexistência de coleta sistemática de lixo por parte do poder municipal na área rural. Daí, a necessidade de conscientizar a população frente aos riscos a que estão expostos, em função da forma de esgotamento e formas de eliminação do lixo.

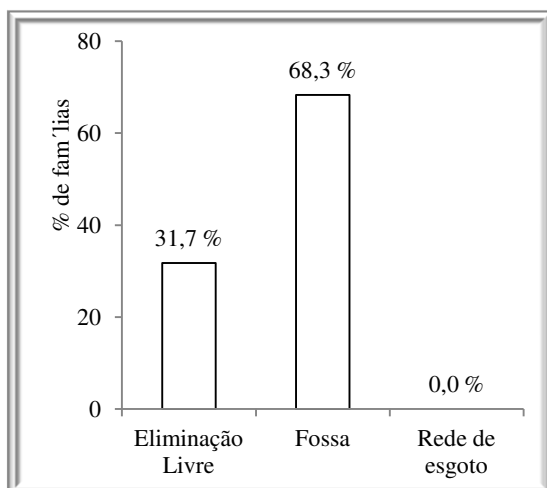


Figura 38. Tipo de saneamento utilizado do produtor.

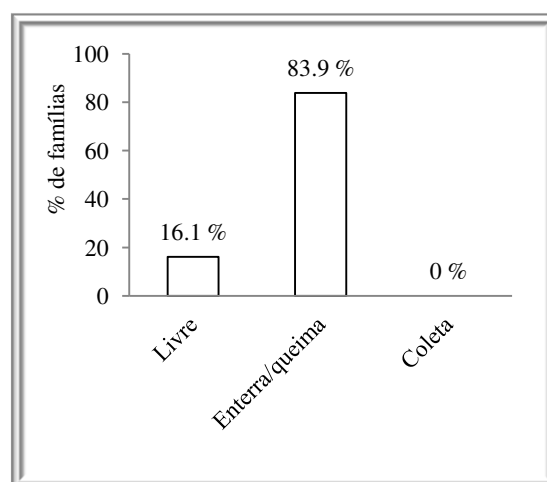


Figura 39. Formas de eliminação do lixo pelo produtor rural.

6.5.7. Salubridade ambiental

A salubridade ambiental da população rural (**Tabela 11**) identificada na área de estudo apresenta infestações por: nematóides, cupins, formigas, vermes, doenças em animais (diarréias, verminoses) e mosca do chifre, variando de inexistente a alta; enquanto que as doenças nas pessoas (pressão alta, doença no coração, gripe, verminose, anemia, dengue, sinusite) variam de inexistente a média; os piolhos e fungos variam de inexistente a baixa infestação.

Tabela 11. Salubridade rural da população da bacia do açude Soledade

Salubridade rural	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Nematóides	42	10	09	01
Cupins	19	25	06	02
Formigas	06	20	33	02
Doenças vegetais	41	10	07	01
Vermes / carrapatos	11	31	18	01
Mosca do chifre	23	25	12	02
Doenças nos animais	23	25	12	02
Doenças nas pessoas	37	16	07	00
Piolho / fungos	03	54	00	00
	Sim		Não	
Pragas domésticas	48		14	
Febre aftosa	00		62	

Não foi verificado na região surto de febre aftosa. O combate às pragas domésticas é realizado pela maioria das famílias, sendo identificadas como principais pragas: ratos, baratas, aranhas e demais insetos.

Tendo em vista as considerações descritas, o nível da vulnerabilidade social de 12,8% considerada baixa de acordo a **tabela 5** das classes de vulnerabilidades, estas condições estão relacionadas à cobertura de energia elétrica em 94% das residências, distribuição de renda, de 37,3%, da propriedade e 32,7% de aposentadoria, do produtor rural, 41,3% da população consome gás para cozinhar. Isso permitiu que os pequenos agricultores continuassem com sua residência fixa no campo, dando-lhes condições mínimas possíveis de sobrevivência, sobretudo, a cobertura da assistência dos agentes comunitários saúde na área, educação, assistência técnica e segurança. A situação social da população em função dos programas, dos programas assistenciais do governo Federal como: bolsa família, bolsa escola, seguro safra, as aposentadorias, dentre outros, esta condição fixou às famílias com sua moradia no campo, deixando menos vulnerável a dinâmica da degradação na região semiárida em período prolongados de seco fenômeno natural mais evidente na memória das famílias entrevistada na área da bacia estudada.

6.6. Vulnerabilidade Econômica

Para a vulnerabilidade econômica Global o valor determinado para a população rural da bacia hidrográfica do açude Soledade foi de 46%, indicando que a população encontra-se exposta a uma vulnerabilidade econômica muito alta (**Figura 40**). Na identificação da vulnerabilidade econômica foram analisados os seguintes aspectos: produção vegetal, animais

de trabalho, animais de produção, venda da produção agrícola, venda da produção pecuária, fonte principal de crédito e fonte de renda.

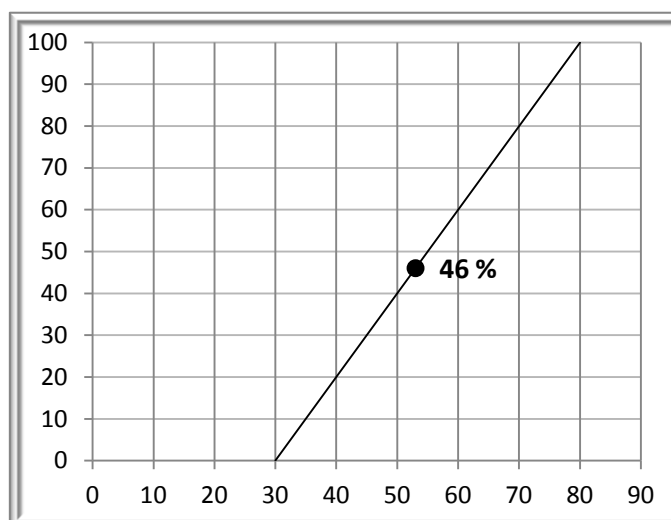


Figura 40. Vulnerabilidade Econômica.

6.6.1. Animais de trabalho e de produção

Com relação à variável animal de trabalho, do universo pesquisado a maioria das famílias utiliza a força animal como instrumento de trabalho, denotando um baixo nível tecnológico, em muitos casos, é utilizado o arado à tração animal no preparo da terra pelos pequenos agricultores (**Figura 41**). Assim, é costume entre agricultores utilizar bois (77,8%), cavalos (14,3%) e jumentos (12,7%) nas atividades de preparo do solo, entre outras atividades do cotidiano rural.

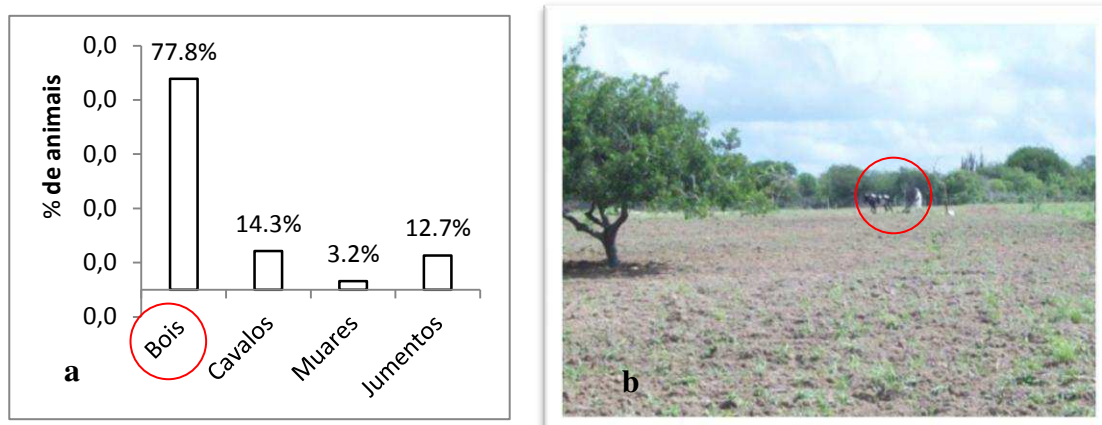


Figura 41 a). Animais de trabalho e de produção. **b)** Vista parcial da área sendo preparada para plantio da agricultura de sequeiro, o arado puxado pela tração animal, (06 56' 14.2" S, 36 17' 06.1" W).

Foram relacionados como animais de produção (**Figura 42**) em sua maioria representados por vacas (81%), aves (81%), garrotes (77,7%), ovelhas (49,2%), bodes e/ou carneiros (41,3%), cabras (22,6%), porcos (36,5%) e peixes (1,6%), demonstrando a grande diversidade de espécies que o homem do campo, independentemente de suas dificuldades consegue assegurar para a sua sobrevivência e permanência no meio rural.

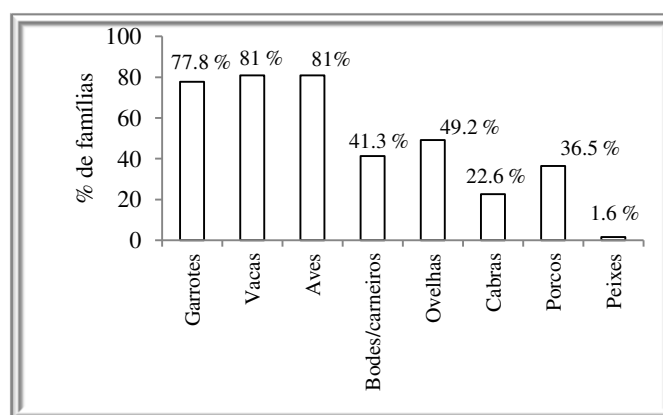


Figura 42. Animais de produção do produtor rural.

Também importante observar os dados do IBGE que em termos quantitativos demonstra nos municípios a predominância do rebanho efetivo de caprinos, fato observado em função das características da região do Seridó e Cariri paraibano, por haver uma melhor adaptação para este tipo de rebanho. Os rebanhos de bovinos e ovinos também são considerados expressivos. Deve ser destacada a importância do efetivo de suínos na economia dos municípios (**Tabela 12**).

A pecuária desenvolvida na área estudada entre os municípios envolvidos é do tipo extensivo, sendo a alimentação do rebanho geralmente sustentada e/ou complementada pela palma forrageira (**Tabela 12**).

Tabela 12. Efetivos de rebanhos - 2009

Municípios	Efetivos de rebanhos (cabeças)						
	Bovinos	Equinos	Asininos	Muare	Suíno	Caprino	Ovinos
Soledade	8.677	193	26	73	535	16.260	5.280
Barra de Santa Rosa	7.392	213	690	100	1.059	8.273	8.136
Olivedos	3.161	25	231	26	361	4.991	1.463

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

6.6.2. Produção e comercialização dos produtos agropecuários

Com relação à comercialização da produção em torno de 27% das famílias não comercializam a sua produção, o que significa ser esta em sua maioria destinada ao consumo próprio, considerando que a agricultura desenvolvida é do tipo familiar, o excedente da produção é repassada praticamente para a figura do atravessador e/ou para o varejista. Em relação à comercialização da produção pecuária o índice que não faz a comercialização é bastante alto (63,5%), isto decorre em função dos anos consecuentes de secas, o que torna inviável o setor da pecuária principalmente do gado bovino na região, a figura do atravessador apresenta um maior percentual (30,2%), para os demais a produtividade é muito pequena dificultando assim a sua distribuição (**Figura 43**).

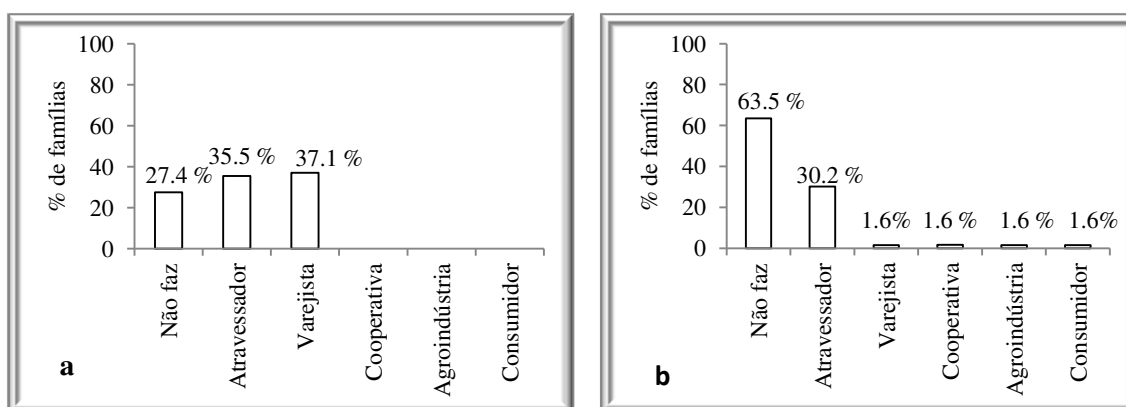


Figura 43 (a). Venda da produção agrícola.

b) Venda da produção pecuária do produtor.

6.6.3. Fonte oficial de crédito agrícola e renda familiar

Importante observar que o percentual de produtores que usam o banco oficial como principal fonte de renda também se equivale aqueles que usam a figura do agiota. Utilizam o banco oficial (45,8%) e recorrem a particular um percentual de 3,4% (**Figura 44**). Tal resultado indica a necessidade de políticas de crédito para o apoio dos pequenos produtores, para eliminar a presença do atravessador e a agiotagem, dando possibilidades concretas do pequeno produtor de competir de igual para igual no comércio local e/ou regional com os grandes proprietários de terra.

A principal fonte de renda das famílias depende diretamente dos rendimentos advindos da propriedade para sua sobrevivência, em torno de 37,3%, seguido das aposentadorias com um percentual de 32,7%, em número menor dos programas sociais do governo federal (bolsa família, seguro safra, dentre outros) correspondendo a 10,9%; os que

dependem apenas do trabalho assalariado em torno de (1) um salário mínimo representam 10%, sendo também citados rendimentos provenientes de outras atividades em torno de 9,1% (**Figura 45**).

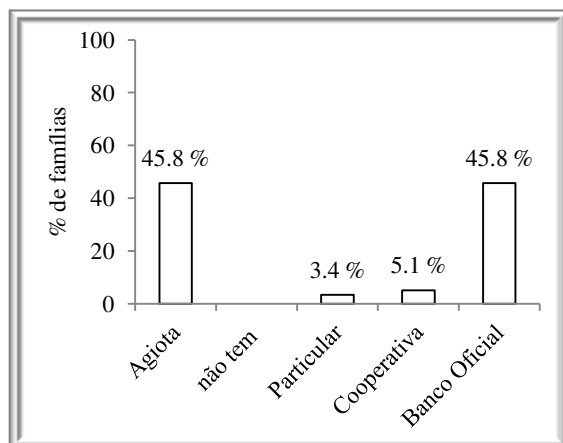


Figura 44 Fonte principal de crédito.

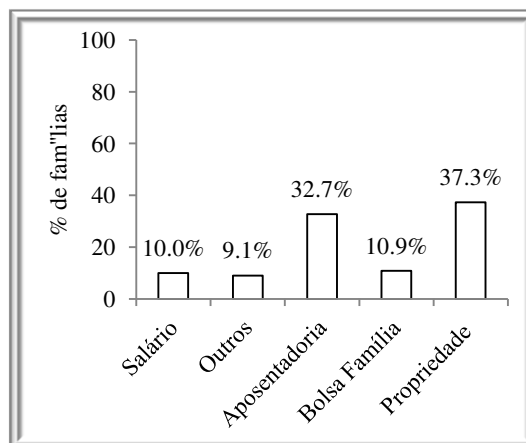


Figura 45 Fonte da renda do produtor.

Diante das dificuldades citadas pelos agricultores, onde se confirma a falta de assistência técnica, ausência de financiamentos, a fragilidade do ecossistema caatinga já bastante debilitado pelo uso exaustivo, as limitações naturais expostas pela semiaridez da região, entre outras características, é que se constata a alta vulnerabilidade econômica (> 45%) a que se enquadra a população da zona rural da bacia hidrográfica do açude Público de Soledade.

6.7. Vulnerabilidade Tecnológica

A vulnerabilidade tecnológica Global da população foi considerada muito alta, correspondendo a 69,7% (**Figura 46**). Para avaliar este tipo de vulnerabilidade os seguintes aspectos foram observados: tipo de posse, tração de ferramentas, uso do solo, práticas de conservação, conflitos ambientais, irrigação, assistência técnica e obras de contenção.

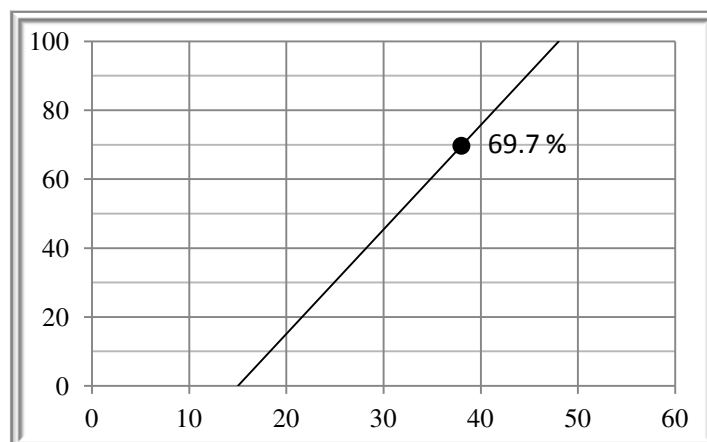


Figura 46. Vulnerabilidade Tecnológica.

6.7.1. Tipo de posse das terras, práticas conservacionistas utilizadas e assistência técnica.

Os dados indicam que 87,3% das famílias são proprietários das terras e 12,7% são ocupantes, não sendo identificados produtores enquadrados nas categorias arrendatários e meeiros (**Figura 47**). A alta vulnerabilidade diz respeito às práticas agrícolas adotadas, consideradas rudimentares, em sua maioria utilizam tração manual ou animal, o pequeno agricultor não possui máquinas agrícolas, geralmente um trator é fornecido pelo poder municipal no preparo do solo na época de inverno (**Figura 48**).

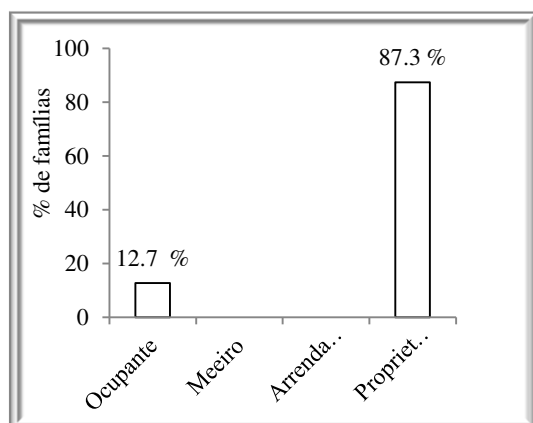


Figura 47. Tipo de posse da terra.

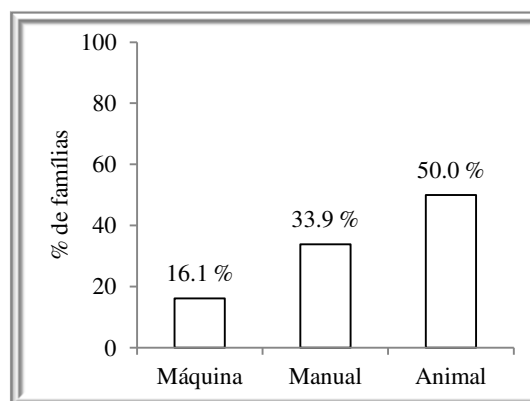


Figura 48. Tração de ferramentas utilizada.

A assistência técnica deixa muito a desejar, praticamente inexistente, o homem do campo dispõe de seus próprios conhecimentos para lidar com a terra. Os dados da (**Figura 49**) indicam que 67,7% da população não têm assistência técnica na propriedade; 17,7% têm ocasionalmente e 14,5% dos produtores dispõem de assistência técnica regular. Destaque-se também que quando se trata de conservação, o número de proprietários que não realizam obras de contenção é muito alto (88,9%), existindo alguns que a realizam de forma rudimentar (11,1%), o que agrava ainda mais o grau de vulnerabilidade a riscos ambientais (**Figura 50**).

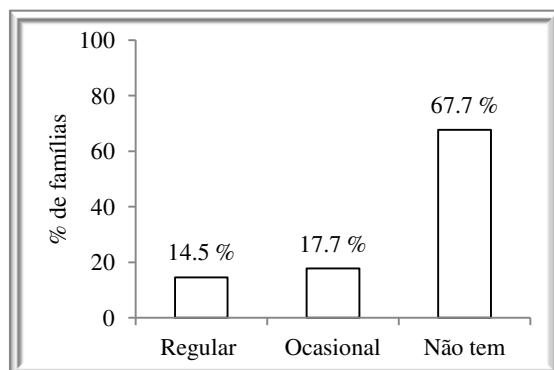


Figura 49. Assistência técnica ao produtor.

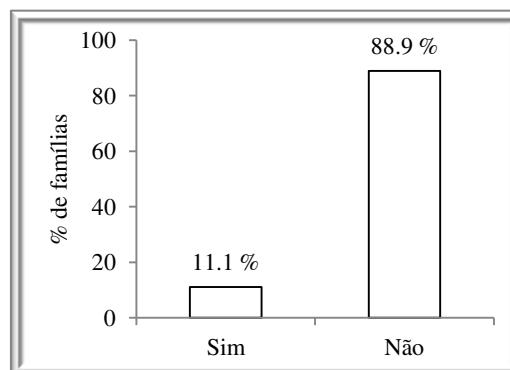


Figura 50. Obras de contenção e proteção.

Assim, com pequenos investimentos na prevenção de forma planejada das áreas em riscos de degradação das terras, a fixação do homem no campo certamente permitirá uma redução das vulnerabilidades estudadas, evitando-se que expressivo contingente da população rural se transfira para as áreas urbanas, ocupando áreas de riscos, ambientais, sociais, econômicos, etc. Comumente encontram-se produtores que realizam o plantio seguindo o declive (58,7%), esta prática utilizada é bastante prejudicial, além de provocar danos irreparáveis aos solos, predispõe ao início de processos erosivos, carreando quantidades consideráveis de sedimentos para o açude Público de Soledade. PB durante as primeiras chuvas através do escoamento superficial, aumentando o assoreamento do açude; as respostas confirmam que 39,0% dos produtores responderam utilizar o plantio em nível prática adotada que favorece ao escoamento superficial das águas e proteção dos solos; o universo de 1,6% dos entrevistados não respondeu ao questionamento (**Figura 51**). Grande parte dos produtores não desenvolve práticas de conservação do solo, na região em torno de 63,8% não faz nenhum uso de prática conservacionista, enquanto 36,2% utilizam de forma aleatória sem nenhum acompanhamento técnico (**Figura 52**).

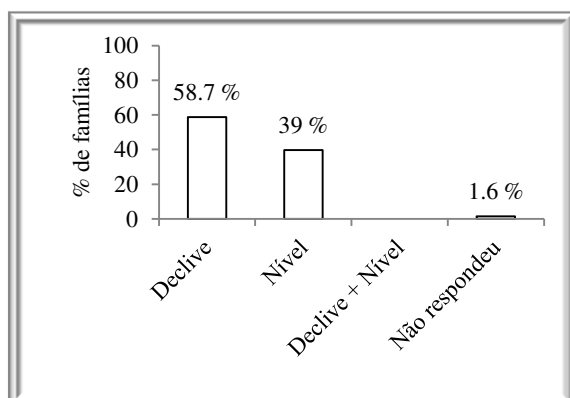


Figura 51. Uso do solo.

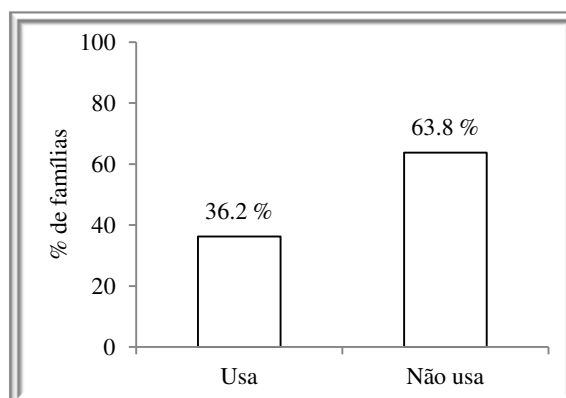


Figura 52. Práticas de conservação.

6.7.2. Conflitos ambientais e uso da irrigação

Os produtores em sua maioria declararam não conviver em conflitos ambientais (91,8%), entretanto, 8,2% afirmam haver conflito ambiental (**Figura 53**). Em relação à irrigação (**Figura 54**), os entrevistados responderam que 67,2% não utilizam prática de irrigação em sua propriedade; 27,9% usam ocasionalmente e 4,9% de forma regular.

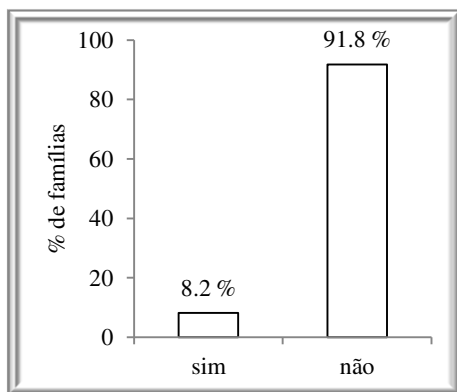


Figura 53. Conflitos ambientais.

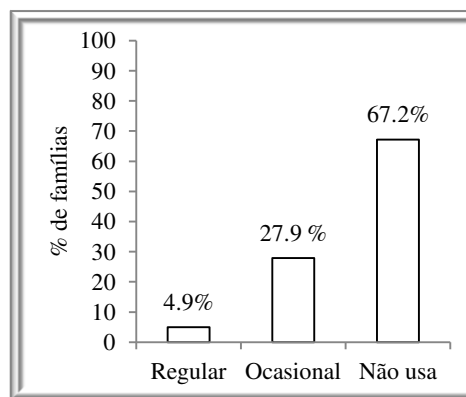


Figura 54. Uso de irrigação

A irrigação presente na área em sua maioria é realizada com o capim elefante. Em virtude destes fatos observa-se que tais conflitos associados aos impactos ambientais sofridos pela população da bacia do açude Soledade. PB se associa de forma negativa com a prática de irrigação não orientada, as quais ocasionam prejuízos severos aos solos e no assoreamento ao açude (**Figura 55**).



Figura 55. Prática não orientada do uso do solo. (06° 57' 09,7" S, 36°15'41, W; 07° 01'16,2" S, 36°21'25,9" W).

As variáveis que estabeleceram a vulnerabilidade tecnológica muito alta para a população rural da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB é evidenciada nas observações de campo, é a falta de políticas públicas voltadas para melhoria da atividade agrícola desenvolvidas por pequenos produtores rurais, por outro lado, as práticas agrícolas adotadas expõem cada vez mais áreas a riscos a degradação ambiental.

6.8. Vulnerabilidade às secas

A vulnerabilidade às secas global da população rural da bacia foi de 75,0% (**Figura 56**), considerada uma vulnerabilidade muito alta. A população rural foi questionada na avaliação da vulnerabilidade às secas, observando-se as seguintes variáveis: armazenamento d'água; captação da água da chuva; se as águas das fontes permitem abastecimento humano, animal e irrigação; abastecimento domiciliar; racionamento; aproveitamento da água residual; manejo; previsão do tempo; ocupação nas estiagens; planejamento da produção; comercialização e fonte da renda da propriedade.

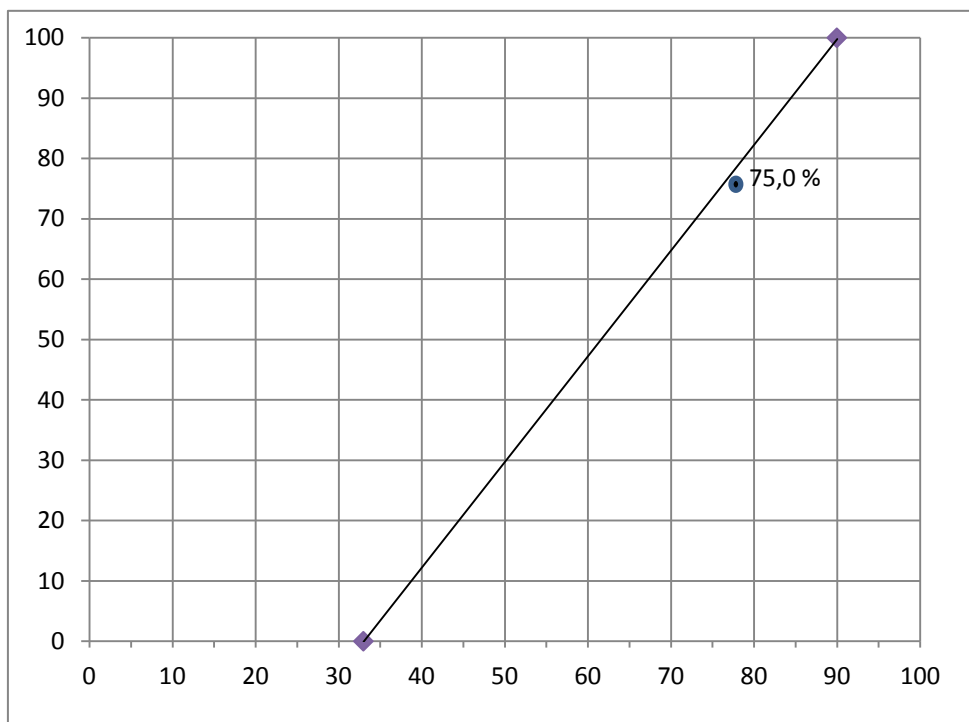


Figura 56. Vulnerabilidade às Secas

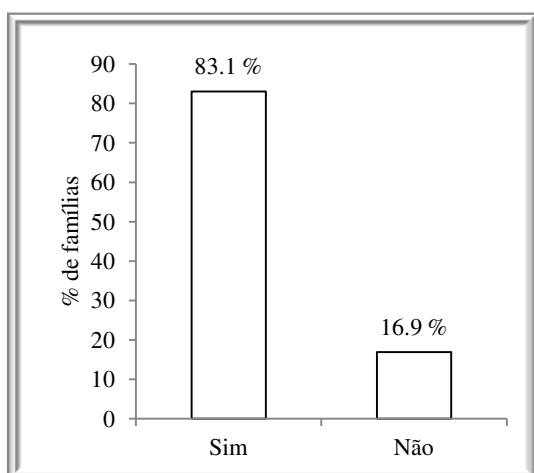
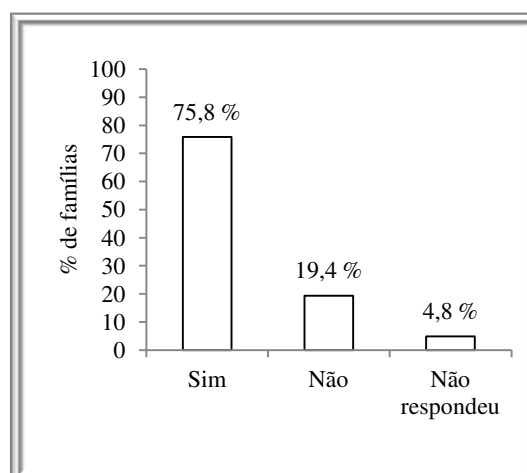
6.8.1. Formas de armazenamento e captação de água

A forma mais comum de armazenamento de água pela população tem sido realizada por meio de cisternas, em torno de 56,0%; 26,4% dos entrevistados utilizam cisternas e barreiros; 6,6% responderam utilizar a caixa d'água, cisternas e barreiros; 5,5% a caixa d'água; 2,2% açudes e barreiros, um número reduzido da população não faz reserva de água (**Tabela 13**). A zona rural também carece de água de boa qualidade, não existe sistema de tratamento de água por parte do poder municipal e/ou estadual, sendo o tratamento feito por algumas famílias por conta própria, sendo o mais comum a filtragem da água.

Tabela 13. Formas de armazenamento d'água

Forma de armazenamento d'água	%
Caixa d'água	5,5
Cisternas	56,0
Barreiros	2,2
Açudes	2,2
Caixa d'água + cisternas + barreiros	6,6
Cisternas + barreiros	26,4
Não faz	1,1
Total	100,00

A captação da água da chuva em sua maioria é feita através da área de cobertura dos telhados das casas corresponde a 83,1% das famílias entrevistada, sendo que 16,9% responderem não utilizar essa prática de captação (**Figura 57**). O armazenamento da água da chuva tem sua importância no suprimento de água para população no período de seca. A utilização de cisternas tem minimizado o sofrimento da população quando a escassez de água é a realidade vivenciada na pesquisa, e confirmada pela população na época de seca. Questionados se as fontes de água permitem o abastecimento humano durante estiagem, em torno de 75,8% das famílias entrevistadas afirmaram de forma positiva; para 19,4% essas fontes não permitem abastecimento para todo o ano e 4,8% não se posicionam (**Figura 58**).

**Figura 57.** Captação da água da chuva.**Figura 58.** Água das fontes permite abastecimento humano.

6.8.2. Fontes de água como forma de abastecimento animal e uso de irrigação

Quanto ao abastecimento animal em fontes de água, do universo pesquisado 35,6% das famílias responderam que estas permitem o abastecimento animal durante todo ano e 64,4% afirmaram de forma negativa (**Figura 59**).

A pesquisa demonstra que 89,2% dos produtores utilizam as fontes de água para irrigação durante todo ano; 13,8% afirmam que as fontes não permitem irrigação (**Figura 60**).

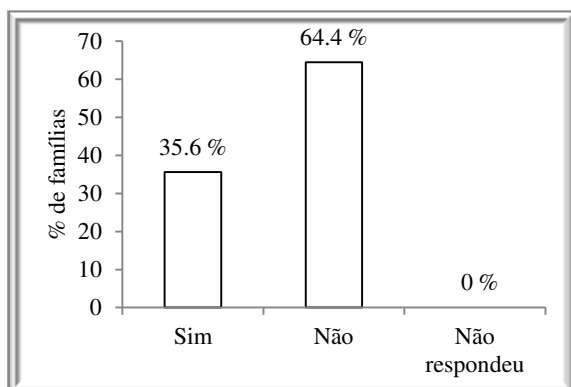


Figura 59. Água das fontes permite abastecimento animal.

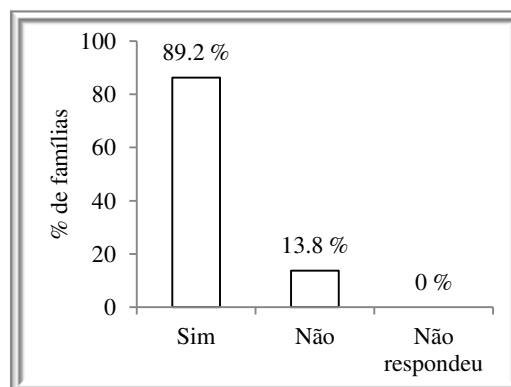


Figura 60. Água das fontes permite irrigação.

6.8.3. Formas de transporte da água e racionamento

Os meios de transporte de água mais comumente utilizado entre as famílias ainda é o abastecimento por carros-pipa (66,7%), o transporte de água por lata é realizado por 4,3%; também é comum encontrar o transporte feito com o auxílio de animais em torno de 5,8%; o universo de pessoas com água encanada em suas residências é pequeno (7,2%), essa disponibilidade de água encanada é verificada para a população que residem nas proximidades dos municípios (**Tabela 14**). A forma de transporte da água não garante a sua qualidade, o meio de transporte possibilita a contaminação.

Tabela 14. Formas de abastecimento domiciliar da população

Forma de abastecimento de água	%
Lata	4,3
Animais	5,8
Carros-pipa	66,7
Encanada	7,2
Animal + Carros- Pipa	13,0
Lata + Animal	2,9
Total	100,0

O racionamento de água é realizado por 45,6% dos entrevistados durante o período de estiagens; 14% das famílias revelaram que não fazem racionamento e 40,4% fazem de forma permanente (**Figura 61**). A maioria das famílias entrevistadas faz aproveitamento das águas

residuais (57,6%), principalmente nos jardins; o reuso não é praticado por 42,4% das famílias. Daí a importância de uma orientação técnica no que se refere ao armazenamento de água e seu racionamento (**Figura 62**).

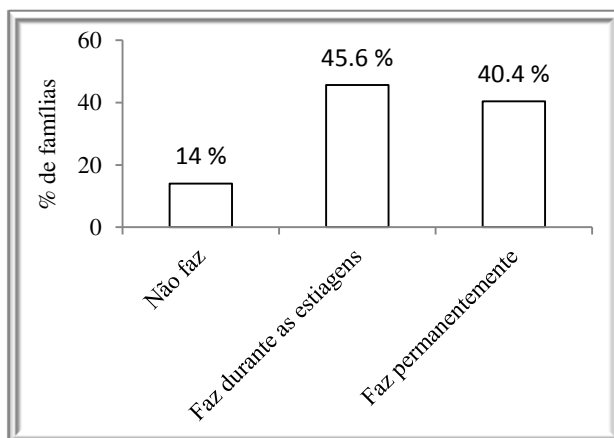


Figura 61. Racionamento de água.

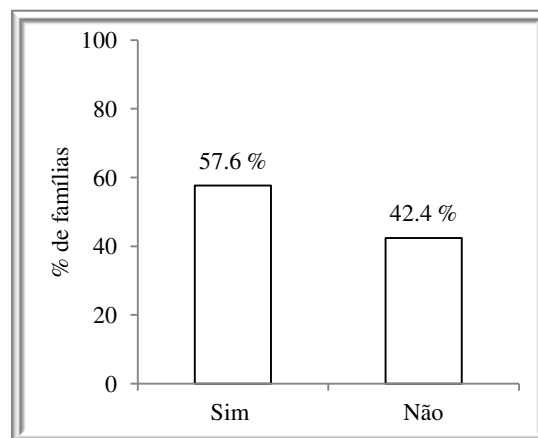


Figura 62. Aproveitamento das águas residuais.

6.8.4. Realização de manejo da caatinga e previsão do tempo

Um número considerável de produtores não realiza o manejo da caatinga (91,9%), os que fazem de forma ocasional representam 4,8%, apenas 3,2% responderam que realizam o manejo com frequência (**Figura 63**). Chama a atenção que um número reduzido de produtores utiliza dados oficiais de previsão do tempo (3,2%), as experiências tradicionais são realizadas por 38,7% e os que não usam a previsão representam 58,1% (**Figura 64**).

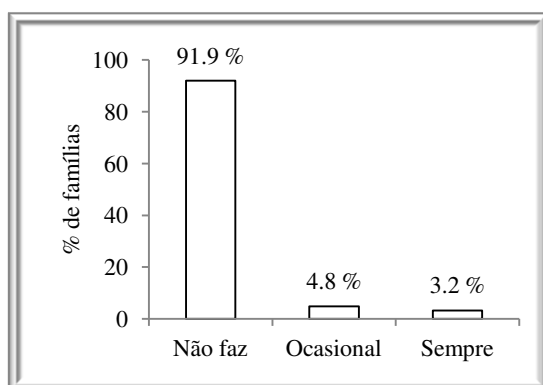


Figura 63. Manejo da caatinga.

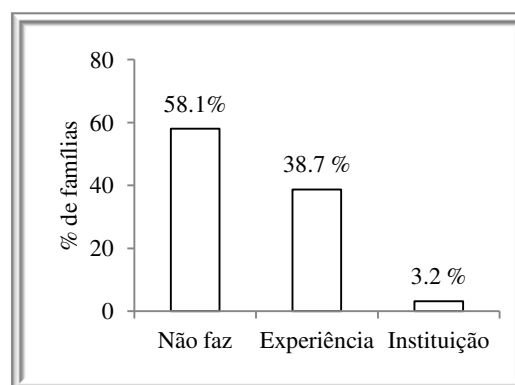


Figura 64. Previsão do tempo.

6.8.5 Ocupação do produtor no período de estiagem e planejamento da produção

Os resultados apontam que independente dos processos climáticos as famílias permanecem desenvolvendo atividades agropecuárias (80%); 18,3% prestam serviços a terceiros; as frentes de emergência forma citadas por 1,7% (**Figura 65**).

Outro agravante que tem elevado o grau de vulnerabilidade das famílias relaciona a falta de planejamento da produção, pois 68,9% das famílias não as realizam (**Figura 66**).

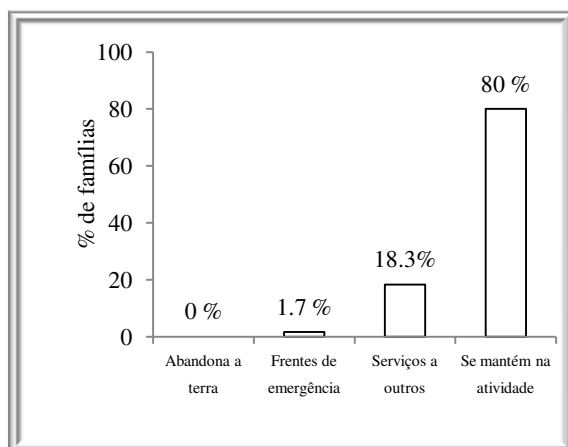


Figura 65. Ocupação nas estiagens.

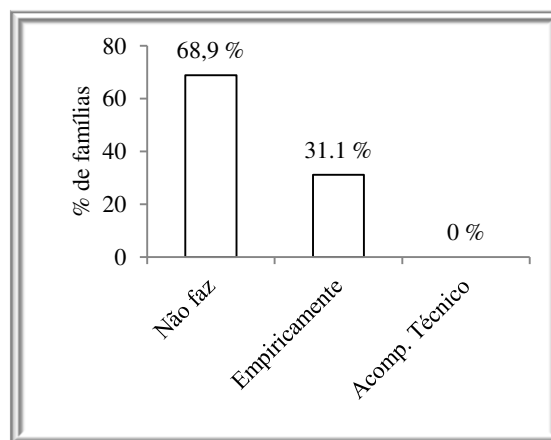


Figura 66. Planejamento da produção.

6.8.6. Comercialização dos produtos agropecuários e fonte de renda das propriedades

O trabalho de campo mostrou que a economia da região é basicamente fundamentada na pecuária, principalmente de caprinos e bovinos. A agricultura desenvolvida é baseada a nível familiar com a comercialização dos produtos excedentes feita diretamente para os mercados locais. Durante décadas, a região inseriu-se como grande produtora de sisal, sendo o município de Barra de Santa Rosa considerado um dos maiores produtores de sisal da **PARAÍBA (2006)**. De acordo com a Secretaria da Agricultura do Estado da Paraíba, a produção de sisal teve uma drástica redução, na última década, sem que houvesse nenhuma política de recuperação econômica para município, e dados do município apontam que houve uma redução de 64% na área de produção do sisal. Os dados da (**Figura 67**) indicam que 44,4% das famílias não comercializam os seus produtos; 50% comercializam o excedente e apenas 5,6% comercializam os produtos gerados na propriedade. Desta forma, a comercialização de produtos agropecuários na região é praticamente inexistente.

As famílias utilizam para complementar a renda familiar na maioria das vezes outras fontes de renda (44,4%), as demais 55,6% afirmaram que vivem exclusivamente do que produzem na propriedade (**Figura 68**).

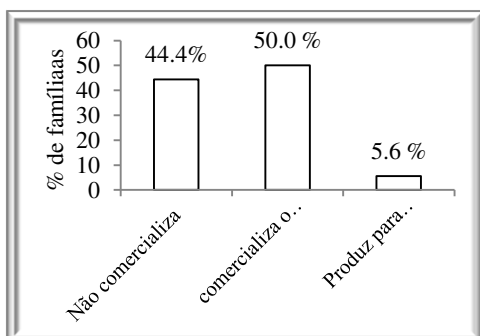


Figura 67. Comercialização dos produtos agrícola.

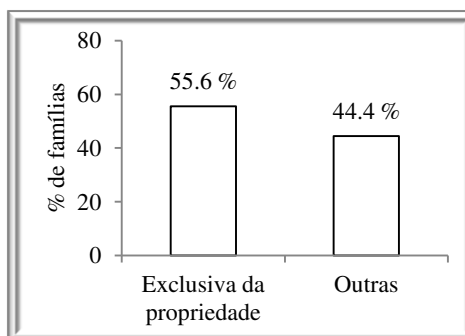


Figura 68. Fonte de renda do produtor rural.

A vulnerabilidade às Secas de 75% encontrada na pesquisa demonstrou que este valor muito alto representa a vulnerabilidade que esta população é submetida, e justificam dizendo que a região se centra vulnerável as mudanças climáticos variadas, o que predispõe a baixos investimentos no setor da agricultura, a escassez de água é muito alta, sendo a seca considerada um fenômeno natural recorrente desta mudança, mesmo assim, é possível desenvolver práticas eficazes de convívio com a mesma, cisternas para captar água de chuvas forma de minimizar os efeitos da seca no semiárido paraibano.

6.9. Análise comparativa das vulnerabilidades globais

Esta relação às vulnerabilidades globais com as existentes na bibliografia onde podemos observar na (**Tabela 15**), e compara as encontra na bacia, com a da bibliografia em outros trabalhos desenvolvidos na região do Seridó e Cariri paraibano. As condições sociais das famílias rurais pesquisada, em nossa pesquisa da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB foram valores equivalentes as demais regiões pesquisadas para as vulnerabilidades Econômica, Tecnológica e às Secas, mas a social foi alcançada valor inferiores as demais pesquisadas, isto significa que a vulnerabilidade social da área estudada apresenta características que revela condições sócias da população não atípica para região semiárida e esta mostram melhorias na qualidade de vida das famílias rurais. Esta melhoria pode está relacionado aos vários programas sociais do governo Federal em parcerias com o Estado e Municípios, aposentadoria dos agricultores com 60 sessenta anos de idade influenciando diretamente nos aspectos sociais da população rural relato feito pelas famílias entrevistada.

A vulnerabilidade econômica se assemelha com as demais regiões pesquisadas observada na coluna da **tabela 15**, considerada todas com nível muito alto, esse valor pode está associado à falta de oportunidades e políticas públicas adequadas ao desenvolvimento local, às atividades agrícolas e pecuárias dependem diretamente de assistência técnicas, da

disponibilidade de água, solos, comércio, entre outros, para o crescimento econômico da região estudada.

O mesmo ocorreu com a vulnerabilidade tecnológica e as das secas considerada muito alto, entretanto, se assemelham às demais outras pesquisadas na região semiárida. Estes valores elevados podem ser explicados pela grande variabilidade das variáveis climáticas influenciam na compreensão da vulnerabilidade tecnológica e as secas, ou seja, as atividades desenvolvidas no campo se tornam inviáveis a falta de condições de trabalho em períodos de estiagens prolongadas e inexistência de tecnologia que assegure o desenvolvimento da população local.

Tabela 15. Comparação das vulnerabilidades encontrada na bacia com as existentes na bibliografia

Área de estudo	Social (%)	Econômica (%)	Tecnológica (%)	Às Secas (%)
Bacia hidrográfica do açude Soledade (encontrada)	12,8	46	68,9	75
Entorno do açude Epitácio Pessoa	17,3	45,5	60,0	59,4
Boqueirão	34,0	86,0	81,0	80,0
Cabaceiras	40,0	82,0	76,0	71,0
Picuí	47,8	89,6	75,8	82,2

Fonte: ARAÚJO, L. E. (2010); MENINO, I. B.; MACEDO, L. S.; SOUSA, M. R.; FERREIRA, E. G.; FREIRE, A. L.; LIMA, I. X.; FERNANDES, M. F. (2005); SOUSA, R. F. (2007); SILVA, E. P. (2002).

Todas as vulnerabilidades pesquisadas se encontram na região do semiárido e seridó paraibano, e estão relacionadas à escassez de chuvas características marcantes desta região, e que tem influencia direta na população afetada, principalmente pela falta de políticas publica no tocante a gestão dos recursos hídricos, as dificuldades de gestão as bacias hidrográficas, não sendo diferente a bacia hidrográfica do açude Soledade. PB ao fato desta se inserir em parte dos municípios: Soledade, Olivedos e Barra de Santa Rosa.

7. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados permitem concluir que;

I - O uso de imagens TM/Landsat-5, 7 mostrou-se bastante satisfatório na dinâmica da degradação da bacia hidrográfica do açude Soledade. PB, permitindo, observar no curto espaço de tempo, a obtenção de informações.

II – As imagens TM/Landsat-5, 7 foram também satisfatórias no estudo, na definição dos níveis de degradação das terras e das classes de vegetação (cobertura vegetal) e nos impactos sobre esses sistemas.

III – Os riscos e a vulnerabilidade da vegetação nativa da região à exploração predatória para atender à demanda energética de setores colocam a bacia em estado de alerta.

IV – A retirada da vegetação ciliar apresenta danos e sedimentos às áreas adjacentes, assoreando os corpos d'água e açudes, reduzindo a capacidade desses recursos.

V – Na área de estudo predomina os níveis “moderado baixo” e “moderado”, que corresponde, em 2010, a uma área (171,4) Km² do total de 300,2 Km² da área da bacia estudada.

VII – As atividades humanas como: a utilização inadequada das terras agrícolas, práticas deficientes no manejo de solos e água, desmatamento, remoção da vegetação natural, pastoreio excessivo, rotação incorreta de culturas e práticas não conservacionistas contribuem diretamente a degradação.

VIII – Os altos valores das vulnerabilidades encontradas expressam a fragilidade em que vive a população da bacia do açude Soledade aos fatores econômico, tecnológicos e ambientais e a ausência de políticas públicas que possam minimizar os efeitos climáticos (secas), fator mais indicado pela população entrevistada.

IX – O baixo índice de 12,8% da vulnerabilidade social referente à qualidade de vida da população residente na área de estudo, está relacionada à habitação de alvenaria em bom estado, distribuição de renda, de 37,3% da propriedade, 32,7% de aposentadoria do produtor rural, 41,3% da população consome gás para cozinhar, participação em organização, energia elétrica em 94% das residências o baixa nível de salubridade rural e cobertura da assistência dos agentes comunitários saúde.

7.1. RECOMENDAÇÕES

I – Recomposição da mata ciliar com a reintrodução da vegetação natural na faixa de proteção permanente as margens dos rios. É imprescindível a recuperação dessa vegetação para minimizar os efeitos do assoreamento dos açudes e dos corpos d'água no abastecimento da população da bacia estudada;

II – Divulgação das leis ambientais para a população, por meio da campanha educacional, é um instrumento significativo e poderá contribuir individualmente para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população em cumprimento da legislação vigente;

III – Implementação de uma assistência técnica que promova o controle da erosão, da conservação da vegetação nativa e recuperação das áreas degradadas, bem como o uso de técnicas apropriadas de conservação do solo, a exemplo das curvas de nível, para assegurar os benefícios advindos de uma cobertura vegetal e, por conseguinte, diminuir as ações impactantes ao meio ambiente.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, A. F. de. **O desastre seca x políticas públicas. o semiárido paraibano: Um estudo de caso** Campina Grande: Tese de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande/CCT, 2004.

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, p. 45-50, 1982.

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

ALMEIDA, L. Q. de.; PASCOALINO, A. **Gestão de Risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil – um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina.** Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/061.pdf>. acesso em: 04/02/2011.

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.

ARAÚJO, L. E. **Degradação Ambiental e Vulnerabilidade na bacia do Rio Paraíba – Estudo de Caso do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão).** 2010. 109p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

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.

BRANDÃO, M. H. de M. **Índice de degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio-do-peixe – PB.** 2009. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/065.pdf>. Acesso em: 17/02/2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba.** Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972 (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia, 8).

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Gestão de risco e de desastre: contribuições da psicologia.** Curso à distância/Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED. 2010. 156 p.:il. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/gestao.asp>>. Acesso em: 11/02/2010.

CÂMARA G.; MEDEIROS, J. S. Geoprocessamento para projetos ambientais. São José dos Campos: INPE, 1996, 36P. (Relatorio do INPE).

CAMPOS, J. N. B. vulnerabilidade do semiárido às secas, sob o ponto de vista dos recursos Ministério da Integração Nacional. IICA. Setembro/94. Versão preliminar. PROJETO ÁRIDAS. Disponível em: <www.integracao.gov.br/download/downlo>. Acesso em: 01/02/2011.

CAMPOS, M. C. C & QUEIROZ, S. B. **Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6 n.01, ISSN -1519-5228, UEPB, 2006.

CNM. Confederação Nacional de Municípios. Estudo Técnico/CNM – Maio de 2010. Desastres naturais no Brasil. Análise da portarias de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública de 2003 a 2010. Disponível em: <<http://portal.cnm.org.br/sites/9000/9070/Estudos/PlanejamentoUrbano/DesastresNaturaisnoBrasil-CNM.pdf>>. Acesso em: 07/02/2011.

CÂNDIDO, H. G. **Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó paraibano.** 2000. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. 2000.

CARDONA, M., L. F. Lastras-Martínez, and D. E. Aspnes, "Comment on `Ab initio calculation of excitonic effects in the optical spectra of semiconductors, 1996.

CARDONA, O. D. A. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.** Taller Regional de Capacitación para la Administración de desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá, 1993, p.3.

_____. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo:** una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá: CEDERI, jun. 2001.

CARVALHO, A. de P.; **Estudo da degradação ambiental na bacia do Açude Soledade. PB.** 2010. (Tese de Doutorado). Campina Grande, 2010. Universidade Federal de Campina Grande. 232 f.: Il. Col.

CAVALCANTE, F. de S; DANTAS, J. S; SANTOS, D; CAMPOS, M. C. C. **Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba.** Revista Científica Eletrônica de Agronomia - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/Faef Ano IV, Número 08, Dezembro de 2005.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de planejamento em defesa civil.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 4v. v.1. 133p.

_____. Manual de desastres: desastres naturais. Brasília: MIN, 2008. 174 p.

CASTRO, A. L. C. **Segurança global da população.** Brasília: MIN, Secretaria de Defesa Civil, 2000. 68 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

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*, Campinas, v.16, n.2, p.249-256, maio/ago.1992.

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 Hídricos, 2000.

GARCIA, M. A. DE M. **O Homem-ser na construção social dos riscos no semiárido paraibano**. Tesa de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. PB/CCT 2004, 168p.

GUIMARÃES, C. L.; MORAES NETO, J. M. de.; SOUSA, R. F. de. **Uso de geotecnologias para análise da bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves, município de Itaporanga. PB**. *Revista engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal*. V. 5. N.1. p. 065-076. Jan/abr. 2008.

GUIMARÃES, C. L. **Geotecnologia na Determinação do Assoreamento do açude cachoeira dos Alves, Itaporanga/PB: Um Desenvolvimento Metodológico. 2006**. 112p. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2006.

GURJÃO, Eliana de Queiroz; LIMA, Damião de (org.). **Estudando a historia da Paraíba: uma coletânea de textos didáticos**. 2. Ed. Campina Grande, PB: Universidade Estadual da Paraíba, 2001. 135-136 p.

IBGE. Saneamento básico segundo Bacia Hidrográfica. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 20 de janeiro de 2009.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Diagnóstico e vulnerabilidade ambiental dos estuários do litoral norte e seus entorno**. Natal, 2002. (Relatório Final)

LAVELL, T. A. Ciências sociales y desastres em America Latina: Um encontro Incluso. In: Maskrey, A. (ed). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED/ITDG. 1993. 135-136p.

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos básicos. INPE. Santa Maria, RS. 2007. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/conceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 20/01/2011.

MENINO, I. B.; MACEDO, L. S.; SOUSA, M. R.; FERREIRA, E. G.; FREIRE, A. L.; LIMA, I. X.; FERNANDES, M. F. **Diagnóstico dos pólos de Esperança e Boqueirão – Uso potencial e manejo do solo – Análise de vulnerabilidades**. EMEPA/PB. Documento 51. João Pessoa. 2005

MORAES NETO, J. M. de. **Gestão de Riscos a Desastres ENOS (EL Nino Oscilação Sul) no semiárido paraibano: uma análise comparativa**. 2003. 181 p. Tese (Doutorado em

Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2003.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de Aplicação. – 2^a ed. Viçosa: UFV, 2004. 307p

PARAIBA. **Processo de Desertificação no Estado**; disponível em <http://www.paraiba.PB.gov.br/>. Acessado em 12/05/2010.

PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **La construcción social delavulnerabilidad**.Disponível:<<http://www.undp.um.hn/pdf/idh/1999/capitulo2.pdf>>. Acesso em: 27/05/ 2004.

_____. (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **Redução do risco dedesastre**-Disponível:<<http://www.disaster-nfo.net/LIDERES/portugues/04/index.htm>> Acesso em: 7/11/ 2006.

PONZONI, F. J. SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. v. 1, 127 p. ISBN 978-85-60507-02-3.

Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1981). BRASIL. Departamento de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. 1982.

RANGEL J. **COMBATE À DESERTIFICAÇÃO**: SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Governo do Estado. Disponível em: <http://www.sudema.PB.gov.br/textos_combate_desertificacao.shtml>. Acesso em: 16 de outubro de 2009.

SILVA NETO, A. F. BARBOSA, M. P. Uso da terra e recursos hídricos na bacia do Alto rio Sucuru, com base em imagens TM/LANDSAT. João Pessoa. **Principia**. v. I, n. 2, p. 69-80 1996.

SILVA, E. P. **Estudo Sócio-Econômico-Ambiental e dos Riscos a Desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí – Paraíba. Um estudo de caso**. 2002. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2002.

SILVA, S. R. R. Zoneamento Geoambiental da Bacia do Açude Câmara – PB, Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Areia: UFPB, 2006. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2006.

SOUSA, C. L. **Avaliação da pressão antrópica sobre a cobertura vegetal nos municípios de Cedro e Solidão (Sertão Pernambucano) com o uso de imagens TM LANDSAT-5 e Sistema de Informações Geográficas**. São José dos Campos: INPE, Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2006.

SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. 2007. 203p.

SOUSA, Antonio Tércio de Azevedo. **Diagnóstico Físico-Conservacionista da Bacia Hidrográfica do Açude Jatobá, Patos – PB.** 2010. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos – PB, 2010.

VENEZIANI, P. e ANJOS, C. E. das **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia.** INPE. São José dos Campos. 1992. 61 p.

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.

VIANA, M. O. Um índice interdisciplinar de propensão à desertificação (IPD): instrumento de planejamento. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza. V.30 n.3, jul./ set. 1999.

Anexo I - Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental
 Bacia Hidrográfica do Açude Soledade – Estado da Paraíba.

Fator Vulnerabilidade Social

<p>a) Variável Demográfica</p> <p>1.1. Número total de pessoas na família ___ sexo masculino ___ sexo feminino ___</p> <p>1.2. Número total de pessoas economicamente ativa na família ___ sexo masculino ___ sexo feminino</p> <p>1.3. Faixa etária 0-7 ___ 8-14 ___ 15-18 ___ 19-25 ___ 26-35 ___ 36-45 ___ 46-55 ___ >65 ___</p> <p>1.4. Escolaridade até a 4ª série ___ até a 8ª série ___ ensino médio incompleto ___ ensino médio completo ___ analfabeto ___ superior incompleto ___ superior completo ___ escolaridade do produtor ___</p> <p>1.5. Residência do produtor casa rural ___ cidade ___ distrito ___ capital ___</p> <p>1.6. Área da propriedade _____</p> <p>1.7. Número de famílias/pessoas na propriedade _____</p>
<p>b) Variável Habitação</p> <p>2.1. Tipo de habitação: taipa em mau estado ___ bom estado ___ alvenaria em mau estado ___ bom estado ___</p> <p>2.2. Fogão lenha/carvão ___ lenha/carvão + gás ___ gás ___ elétrico ___</p> <p>2.3. Água consumida: potável (filtro, poço tubular ou encanada) ___ não potável ___</p> <p>2.4. Esgotos: rede de esgotos ___ fossa ___ eliminação livre ___</p> <p>2.5. Eliminação de lixo: coleta ___ enterra ou queima ___ livre ___</p> <p>2.6. Eliminação de embalagens de agrotóxicos: comercialização com as próprias firmas ___ devolução aos revendedores ___ reutilização para o mesmo fim ___ colocada em fossa especial ___ queimada ___ reaproveitada para outros fins ou deixada em qualquer lugar ___</p> <p>2.7. Tipo de piso: chão batido ___ tijolo ___ cimento ___ cerâmica ___</p> <p>2.8. Tipo de teto: palha ___ telha cerâmica ___ outros _____</p> <p>2.9. Energia: não tem ___ elétrica monofásica ___ elétrica bifase ___ elétrica trifásica ___ solar ___ eólica ___</p> <p>2.10. Geladeira: tem ___ não tem ___</p> <p>2.11. Televisão tem ___ não tem ___ Antena Parabólica: Sim ___ Não: ___</p> <p>2.12. Vídeo cassete tem ___ não tem ___</p> <p>2.13. Rádio: tem ___ não tem ___</p> <p>2.14. Periódicos: tem ___ não tem ___ Qual (is) _____</p>
<p>c) Variável Consumo de Alimentos</p> <p>3.1. Consumo de leite em dias da semana _____</p> <p>3.2. Consumo de carne bovina em dias da semana _____</p> <p>3.3. Consumo de carne caprina/ovina em dias da semana _____</p> <p>3.4. Consumo de carne de porco em dias da semana _____</p> <p>3.5. Consumo de legumes em dias da semana _____</p> <p>3.6. Consumo de verduras em dias da semana _____</p> <p>3.7. Consumo de frutas em dias da semana _____</p> <p>3.8. Consumo de batata-doce em dias da semana _____</p> <p>3.9. Consumo de ovos em dias da semana _____</p> <p>3.10. Consumo de café em dias da semana _____</p> <p>3.11. Consumo de massas em dias da semana _____</p> <p>3.12. Consumo de feijão em dias da semana _____</p> <p>3.13. Consumo de aves (guiné, galinha, peru, pato) em dias da semana _____</p> <p>3.14. Consumo de peixe em dias da semana _____</p> <p>3.15. Consumo de caça em dias da semana _____</p> <p>3.16. Consumo de derivados do milho (cuscutz, angu, polenta, mugunzá) em dias da semana _____</p> <p>3.17. Consumo de farinha de mandioca em dias da semana _____</p>
<p>d) Variável Participação em Organização</p> <p>4.1. Pertence sim ___ não ___ qual _____</p>
<p>e) Variável Salubridade Rural</p> <p>5.1. Infestação de nematóides: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___</p> <p>5.2. Infestação de cupins: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___</p> <p>5.3. Infestação de formigas: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___</p> <p>5.4. Infestação de doenças vegetais: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___ qual (is) _____</p> <p>5.5. Infestação de vermes/carrapato nos animais: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___</p> <p>5.6. Infestação de mosca do chifre: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___</p> <p>5.7. Infestação de doenças nos animais: inexistente ___ baixa ___ média ___ alta ___ qual (is) _____</p>

11.6	Uso do solo: segue o declive__ em nível__
11.7	Práticas de conservação: não usa__ usa__ quais _____
11.8	Conflitos ambientais: sim__ quais _____ não__
11.9	Irrigação: regular__ ocasional__ não usa__
11.10	Assistência técnica: regular__ ocasional__ não tem__ quem? _____
11.11	Exploração da terra: intensiva irracional__ extensiva irracional__ racional__
11.12	Capacitação para exploração: instituições governamentais e/ou ONG__ técnicos particulares__ sozinho__ não faz__ quais _____
11.13	Sabe executar obras de contenção: sim__ quais _____ não__
b) Variável Máquinas e Verticalização	
12.1	Possui máquinas agrícolas e/ou implementos: nenhum__ alguns__ principais__ todos__
12.2	Possui equipamentos adequados para transformação de matéria prima: sim__ não__

Fator Vulnerabilidade às Secas

a) Variável Recursos Hídricos	
13.1	Armazenamento de água: não faz__ caixa d'água__ cisternas__ barreiros__ açudes (2 anos sem secar)__ açudes (+ de 2 anos sem secar)__ outras opções de armazenamento _____
13.2	Água armazenada seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
13.3	Captação de água das chuvas (telhado): não faz__ faz__
13.4	Fonte de água: não possui__ cacimba__ poço amazonas__ poço tubular__ outras _____
13.5	Fonte de água seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
13.6	Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes: temporária__ permanente__
13.7	Água das fontes permite abastecimento humano todo o ano: sim__ não__
13.8	Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano: sim__ não__
13.9	Água das fontes permite irrigação todo o ano: sim__ não__
13.10	Forma de abastecimento domiciliar: lata__ animais__ carros pipas__ encanada__
13.11	Racionamento: não faz__ faz durante as estiagens__ faz permanentemente__
13.12	Aproveitamento das águas residuais: não__ sim__ como _____
13.13	Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar: sim__ não__ qual _____
b) Variável Produção	
14.1	Orientação técnica para as secas: tem__ não tem _____
14.2	Pecuária: não explora__ explora raças não adaptadas _____ explora raças adaptadas _____
14.3	Agricultura de sequeiro: não faz__ faz sempre__ faz com chuvas suficientes__
14.4	Cultivo de vazantes: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies _____
14.5	Irrigação: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies _____ Método _____
c) Variável Manejo da Caatinga	
15.1	Não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Como _____
d) Variável Exploração de Espécies Nativas	
16.1	faz sem replantio__ não faz__ faz com replantio__ Espécies/Finalidades _____
e) Variável Armazenamento	
17.1	Alimentação humana: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano)__ Forma _____
17.2	Armazenamento da alimentação animal: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano) Forma _____
f) Variável Redução do Rebanho	
18.1	não faz__ faz antes das estiagens__ faz durante as estiagens__ Critérios de descarte _____
g) Variável Observação das Previsões De Chuvas	
19.1	não faz__ faz pela experiência__ faz por instituições__ Quais _____
h) Variável Ocupação nas Estiagens	
20.1	abandona a terra__ frentes de emergência__ presta serviços a outros produtores__ se mantém na atividade _____
j) Variável Educação	
21.1	Disciplinas contextuais no ensino básico: não possui__ até a 4 ^a série__ da 5 ^a à 8 ^a série__ em todas__ Qual (is) _____
21.2	Disciplinas contextuais no ensino médio: não possui__ possui em uma série__ mais de uma série _____

I) Variável Administração Rural

- 22.1 Planejamento da produção: não faz__ faz empiricamente__ acompanhamento técnico__
 22.2 Oferta contínua dos produtos: não__ sim__ por que_____
 não comercializa__ comercializa o excedente__ produz para comercialização__
 22.3 Comercialização: não comercializa____ comercializa o excedente____ produz para comercialização____
 22.4 Fontes de renda: exclusivamente da propriedade__ outras _____

Histórico das Secas

- 23.1 Secas acontecidas: ano____ duração____(meses)
 Perdas e impactos(comentários e quantificações)

- 23.2 Secas acontecidas: ano____ duração____(meses)
 Perdas e impactos(comentários e quantificações)

- 23.3 Secas acontecidas: ano____ duração____(meses)
 Perdas e impactos(comentários e quantificações)

Fator Migração

- 24.1 A família reside a quantos anos? _____
 24.2 Quantas pessoas da família deixaram a propriedade nos últimos anos? _____
 a dois anos ____ a quatro anos ____ a seis anos ____ a oito anos ____ a dez anos ____ ou
 mais____
 24.3 Quantas pessoas da família regressaram e se fixaram? _____
 24.4 Quantas famílias regressaram e se fixaram na: própria propriedade__ em outra propriedade__
 24.5 Destino dos que saíram: zona urbana do município__ outras localidades na Paraíba__ outros
 Estados__

Exploração de Minérios

Sim__ Tipo_____ Qual(is) minérios _____ Não__

Observações.

Nome do agente comunitário: _____

Local da entrevista: _____

Data da entrevista: _____ / _____ / _____

Anexo II - Valores de referência do diagnóstico sócio-econômico e ambiental

Fator Vulnerabilidade Social																
a) Variável demografia																
Item	Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção	
1.1*	≥ 7	07	< 7	06	< 6	05	< 5	04	< 4	03	< 3	02	< 2	01		
1.2*	1 pessoa	03	2 pessoas	02	> 2 pessoas	01										
1.3*	< 14	05	> 65	04	15-18	03	19-25	02	26-64	01						
1.4	Analfabeto	08	Até 4ª	07	Até 8ª	06	Médio inc.	05	Médio com.	04	Sup. Inc.	03	Sup. Com.	02	Pós-grad.	01
1.5	Capital	04	Cidade	03	Distrito	02	Rural	1								
b) Variável habitação																
2.1	Taipa (m)	04	Alvenaria (m)	03	Taipa (b)	02	Alvenaria (b)	01								
2.2	Len/car	04	Len/car/gás	03	Gás	02	Elétrico	01								
2.3	Não potável	02	Potável	01												
2.4	Elim. livre	03	Fossa	02	Rede esgoto	01										
2.5	Livre	03	Ent/quei.	02	Coleta	01										
2.6	Reaproveit a (outros)	06	Queima	05	Reutiliza	04	Fossa	03	Devolução	02	Comerc.	01				
2.7	Chão bat.	03	Cimento	02	Cerâmica	01										
2.8	Palha	02	T/Cerâmica	01												
2.9*	Não tem	06	Monofásica	05	Bifásica	04	Trifásica	03	Solar	02	Eólica	01				
2.10	Não tem	02	Tem	01												
2.11	Não tem	02	Tem	01												
2.12	Não tem	02	Tem	01												
2.13	Não tem	02	Tem	01												
2.14	Não tem	02	Tem	01												
c) Variável consumo de alimentos																
3.1	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.2	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.4	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.5	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.6	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.7	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.8	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.9	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		

8.2	Não tem	02	Tem	01												
8.3	Não tem	02	Tem	01												
8.4	Não tem	02	Tem	01												
8.5	Não tem	02	Tem	01												
8.6	Não tem	02	Tem	01												
8.7	Não tem	02	Tem	01												
8.7	Não tem	02	Tem	01												
8.8	Não tem	02	Tem	01												
d) Variável verticalização																
9.1	Não	02	tem	01												
e) Variável comercialização, crédito e rendimento																
10.1	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.2	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.3	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.4	Agiota	05	Não tem	04	Particular	03	Coop.	02	Banco oficial	01						
10.5*	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01								
10.6	Não tem	02	Tem	01												
10.7*	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01								
Fator Vulnerabilidade Tecnológica																
a) Variável tecnológica																
11.1	a	06	b	05	c	04	d	03	e	02	f	01				
11.2	Ocupa	04	Meeiro	03	Arrendatário	02	Proprietário	01								
11.3	Regular	04	Ocasional	03	Não usa	02	Biológico	01								
11.4	Não usa	04	Ocasional	03	Regular	02	Orgânico	01								
11.5	Manual	03	Animal	02	Mecânico	01										
11.6	Declive	02	Nível	01												
11.7	Não usa	02	Usa	01												
11.8	Sim	02	Não	01												
11.9	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01										
11.10	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01										
11.11	Int. Irrac.	03	Ext. Irrac.	02	Racional	01										
11.12	Não faz	04	Sozinho	03	Particular	02	Gov./Org.	01								
11.13	Não	02	Sim	01												
b) Variável máquinas e verticalização																

19.1	Não faz	03	Experiência	02	Instituições	01										
g) Variável ocupação nas estiagens																
20.1	Abandona	04	Frentes	03	Prest. Serv.	02	Se mantém	01								
h) Variável educação																
21.1	Não possui	02	Possui	01												
21.2	Não possui	02	Possui	01												
i) Variável administração rural																
22.1	Não faz	03	Empiric.	02	Acompanham.	01										
22.2	Não	02	Sim	01												
22.3	Não	03	Excedente.	02	Comercializa	01										
22.4	Exclusiva	02	Outras	01												
Variável histórico das secas																
23.1*	Sim	02	Não	01												
Variável residência																
24.1*	< 10 anos	03	11-20 anos	02	> 21	01										

*Modificado pelo autor desta pesquisa.

O Mapa de Caminhamento na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade-PB

Anexo III

