



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



MARIA DA CONCEIÇÃO MARCELINO PATRÍCIO

O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS  
SOCIOECONÔMICOS EM CABACEIRAS-PB

Campina Grande-PB  
Fevereiro de 2013

O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS  
SOCIOECONÔMICOS EM CABACEIRAS-PB

MARIA DA CONCEIÇÃO MARCELINO PATRÍCIO

Dissertação de Mestrado submetida à Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências no Domínio de Recursos Naturais.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais  
Linha de Pesquisa: Gestão de Recursos Ambientais

Prof. Dr. Renilson Targino Dantas  
Orientador

Campina Grande -Paraíba

O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS  
SOCIOECONÔMICOS EM CABACEIRAS-PB

MARIA DA CONCEIÇÃO MARCELINO PATRÍCIO

*Dissertação de Mestrado apresentada em Fevereiro de 2013*

Prof. Dr. Renilson Targino Dantas  
Orientador

Renilson Targino Dantas, Dr. UFCG  
Componente da Banca

Maria de Fátima Fernandes, Dr. UFRN  
Componente da Banca

João Miguel de Moraes Neto, Dr. UFMG  
Componente da Banca

Campina Grande-PB  
Fevereiro de 2013

# Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu querido e amado esposo, Alfranke Amaral da Silva, por fazer de mim a pessoa que sou hoje e por acreditar no meu potencial.

Aos meus amados filhos: Lucas Gabriel Patrício do Amaral e Luiz Miguel Patrício do Amaral.

À minha querida mãe, Maria Bernardete Marcelino Patrício, que sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis da minha vida.

# Agradecimentos

À Deus por ter me dado forças para vencer os obstáculos, apoiando-me nas horas de dificuldades, guiando-me para que tivesse a oportunidade de chegar a esse momento tão esperado, fazendo com que me deparasse com tantas pessoas que se propuseram a me ajudar.

Ao Prof. Renilson Targino Dantas pela orientação e ensinamento.

Ao Prof. João Miguel Moraes Neto que sempre esteve pronto a me atender com sua simpatia inestimável.

Ao Prof. Marx Prestes Barbosa pelo carinho e pelos ensinamentos valiosos.

À Pesquisadora Maria de Fátima Fernandes pela sua paciência, pelas palavras de conforto e por me ajudar na realização deste trabalho.

Ao Prof. José Dantas Neto pelos conselhos, afagos e pela pessoa querida.

Ao amigo Dr. Paulo Roberto Megna Francisco, pela força, pela sinceridade e pelas contribuições valiosas em meu trabalho.

Aos meus amigos Alexandra Tavares Lima, Raimundo Mainar de Medeiros e Virginia Mirtes de Alcântara Silva.

Aos meus amigos da AESA Carmem Becker, Marle de Medeiros e Alexandre Magno que sempre estiveram prontos para me ajudar.

À Cleide dos santos, secretária do curso, pela amizade e carinho, sempre pronta para atender a todos com sorrisos largos e com muita paciência.

Aos agentes de saúde, Afonso de Araújo Farias, Célia Veríssimo de Sousa Ramos, Elídia de Lima Santos Codeiro, Gilvandro Meira de Freitas, Ireneide do Nascimento Vasconcelos, Lívio Sampaio e Tereza Cristina dos Santos, sem eles não teria realizado esta pesquisa.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
1.1	Objetivo Geral . . . . .	5
1.2	Objetivos Específicos . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>6</b>
2.1	Considerações sobre a geografia e o ambiente . . . . .	6
2.2	Processo de desertificação . . . . .	7
2.3	O processo de desertificação em Cabaceiras-PB . . . . .	11
2.4	Sensoriamento remoto . . . . .	13
2.5	Sistema de Informação Geográfica - SIG . . . . .	14
2.6	Balanco hídrico . . . . .	15
2.7	Índice de aridez . . . . .	16
2.8	Vulnerabilidade . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Material e métodos</b>	<b>20</b>
3.1	Caracterização da área . . . . .	20
3.2	Aspectos demográficos e econômicos . . . . .	23
3.2.1	Pecuária e agricultura . . . . .	23
3.3	Material . . . . .	24
3.3.1	Aquisição dos produtos sensores orbitais . . . . .	24
3.4	Métodos . . . . .	25
3.4.1	Processamento digital das imagens . . . . .	25
3.4.2	Operação aritméticas - razão entre bandas - IVDN . . . . .	25
3.4.3	Composição Multiespectral Ajustada-CMA (b3 + IVDN + b1) . . . . .	26
3.4.4	Classificação de padrões das imagens IVDN . . . . .	26
3.4.5	Análise das imagens digitais do TM/Landsat-5 para interpretação preliminar dos níveis de degradação das terras e das classes de cobertura vegetal . . . . .	26
3.4.6	Classificação e geração do mapa das classes de cobertura vegetal . . . . .	27

3.4.7	Trabalho de campo . . . . .	27
3.4.8	Índice de aridez . . . . .	28
3.4.9	Diagnóstico socioeconômico e ambiental (Vulnerabilidade) . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Resultados e discussões</b>	<b>32</b>
4.1	Análises da Composição Multiespectral Ajustada . . . . .	32
4.2	Análise das classes de cobertura vegetal e uso da terra . . . . .	34
4.3	Análise dos níveis de degradação das terras . . . . .	36
4.4	O Índice de aridez para Cabaceiras-PB . . . . .	41
4.5	Vulnerabilidades das famílias frente ao processo de degradação das terras . . .	43
4.5.1	Análise da vulnerabilidade econômica . . . . .	49
4.5.2	Análise da vulnerabilidade tecnológica . . . . .	54
4.5.3	Análise da vulnerabilidade hídrica . . . . .	56
4.5.4	Análise comparativas das vulnerabilidades . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>64</b>
5.1	Recomendações . . . . .	65
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>66</b>
<b>I</b>	<b>Questionário aplicado à população rural de Cabaceiras-PB</b>	<b>75</b>
<b>II</b>	<b>Valores de referência do diagnóstico socioeconômico e ambiental</b>	<b>81</b>

# Lista de Abreviaturas e Símbolos

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba	
CNUCD	Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação	
CMA	Composição Multiespectral Ajustada	
DPI	Divisão de Processamento de Imagem	
ETp	Evapotranspiração potencial	
GPS	<i>Global Positioning System</i>	
$I_a$	Índice de aridez	
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	
$I_h$	Índice hídrico	
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	
$I_u$	Índice de umidade	
IVDN	Índice de vegetação de diferença normalizada	
$P_r$	Precipitação	[mm]
PACD	Plano de Ação de Combate à Desertificação	
PM	Penman Monteith	
SEVAP	Sistema de Estimativa da Evapotranspiração	
SIG	Sistema de informação geográfica	
SPRING	Sistema para Processamento de Informação Georreferenciadas	
TM	<i>Thematic Mapper</i>	
UACA	Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas	
UFCEG	Universidade Federal de Campina Grande	
UNCCD	<i>United Convention to Combat Desertification</i>	



# Lista de Figuras

3.1	Localização do município de Cabaceiras. . . . .	20
3.2	Mapa das classes de solos do município de Cabaceiras-PB. . . . .	22
4.1	Composição Multiespectral Ajustada. Data de passagem 09/05/1987. . . . .	33
4.2	Composição Multiespectral Ajustada. Data de passagem 28/10/2009. . . . .	33
4.3	Característica do nível de degradação Moderada: (a) 7°28'38,3"S e (b) 36°16'27,6" W. . . . .	34
4.4	Mapa digital das classes de cobertura vegetal em Cabaceiras-PB, 1987. . . . .	35
4.5	Mapa digital das classes de cobertura vegetal em Cabaceiras-PB 2009. . . . .	35
4.6	Algaroba ( <i>Prosopis Juliflora</i> ): (a) 7°28'25,1"S e (b) 36°16'22,4"W. . . . .	36
4.7	Mapa digital dos níveis de degradação das terras - 1987. . . . .	37
4.8	Mapa digital dos níveis de degradação das terras - 2009. . . . .	38
4.9	Característica do nível de degradação muito baixa: (a) 7°29'36,9"S e (b) 36°17'11,4" W. . . . .	39
4.10	Característica do nível de degradação Baixa: (a) 7°31'28,9"S e (b) 36°19'52"W. . . . .	39
4.11	Característica do nível de degradação Moderada: (a) 7°28'25,15"S/36°15'58,5"W e (b) 7°28'33,1"S/36°16'55"W. . . . .	40
4.12	Característica do nível de degradação Moderada Grave: (a) 7°27'53"S/36°2'24,2"W e (b) 7°28'7,2"S/36°15'00"W. . . . .	40
4.13	Presença de pavimento desértico - solo exposto: (a) 7°28'7,2"S e (b) 36°19'9,7"W. . . . .	41
4.14	Índice de aridez dos últimos 30 anos para Cabaceiras. . . . .	42
4.15	Deficiência hídrica para os anos de 1987 e 2009 em Cabaceiras. . . . .	43
4.16	Gráfico da vulnerabilidade social. . . . .	44
4.17	Faixa etária da população rural. . . . .	45
4.18	Grau de escolaridade da população rural. . . . .	45
4.19	Condições de moradia da população. . . . .	46
4.20	Fontes de energia utilizada para a cocção dos alimentos. . . . .	46
4.21	Tipo de água consumida pela população rural. . . . .	47
4.22	Tipo de saneamento. . . . .	47

4.23	Forma de eliminação do lixo. . . . .	48
4.24	Tipos de aparelho elétricos nas residências. . . . .	49
4.25	Gráfico da vulnerabilidade econômica. . . . .	50
4.26	Animais de trabalho. . . . .	50
4.27	Animais de produção. . . . .	51
4.28	Produção vegetal. . . . .	51
4.29	Venda da produção agrícola. . . . .	52
4.30	Venda da produção pecuária. . . . .	52
4.31	Fonte principal de crédito. . . . .	53
4.32	Fonte de renda. . . . .	53
4.33	Gráfico da vulnerabilidade tecnológica. . . . .	54
4.34	Tipo de posse. . . . .	55
4.35	Assistência técnica. . . . .	55
4.36	Práticas de conservação. . . . .	56
4.37	Irrigação. . . . .	56
4.38	Gráfico da vulnerabilidade hídrica. . . . .	57
4.39	Captação da água da chuva. . . . .	58
4.40	Água das fontes para abastecimento humano. . . . .	58
4.41	Água das fontes para o abastecimento animal. . . . .	59
4.42	Água da fonte para irrigação. . . . .	59
4.43	Racionamento. . . . .	60
4.44	Aproveitamento da água residuária. . . . .	60
4.45	Ocupação nas estiagens. . . . .	61
4.46	Planejamento da produção. . . . .	61
4.47	Comercialização. . . . .	62
4.48	Fonte de renda. . . . .	62

# Lista de Tabelas

3.1	Precipitação média de Cabaceiras-PB. . . . .	21
3.2	Pontos georreferenciados. . . . .	28
3.3	Classificação climática em função do índice de aridez. . . . .	29
3.4	Níveis de riscos à desertificação a partir do índice de aridez. . . . .	29
3.5	Classes de vulnerabilidade. . . . .	30
4.1	Áreas das classes de vegetação. . . . .	36
4.2	Níveis de degradação das terras no município de Cabaceiras 1987-2009. . . . .	38
4.3	Salubridade rural da população rural de Cabaceiras. . . . .	48
4.4	Armazenamento de água da população rural em Cabaceiras-PB. . . . .	57
4.5	Abastecimento domiciliar da população rural de Cabaceiras. . . . .	60
4.6	Comparação entre as vulnerabilidades encontradas com a bibliografia existente. . . . .	63

# Resumo

A área de estudo compreende o município de Cabaceiras-PB, localizado na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental. Objetivou-se com o presente trabalho estudar o processo de degradação ambiental e as vulnerabilidades das famílias rurais no município. A metodologia baseou-se no uso de imagens orbitais TM/LANDSAT-5 entre os períodos de 1987 e 2009, dados bibliográfico, aplicação de questionário e dados de campo. Foi realizado o cálculo do índice de aridez da UNEP (1991), através do método de Thornthowite (1955) dos últimos trinta (30) anos (1981-2010) . Os resultados obtidos através dos mapas temáticos de degradação das terras e cobertura vegetal das terras nos respectivos anos (1987-2009) revelaram uma degradação acentuada. As áreas classificadas no nível de degradação moderada grave teve um incremento de 14,04% e para o nível grave o incremento foi de 126%, o que considera um nível de degradação preocupante, é um indicativo do aumento da degradação das terras. Com relação a cobertura vegetal das terras, o estudo evidencia as áreas caracterizada como vegetação densa e semi-densa obtiveram incrementos negativos de 35,9% e 37,11%. Esses resultados são decorrentes das altas vulnerabilidades (Social 29,2%, Econômica 76,8%, Tecnológica 69,7% e Hídrica 48,1%) cujos índices variaram de moderado a muito alto. As famílias apresentam alta fragilidade econômica, constatada pela dependência de programas assistencialista de erradicação de pobreza do governo Federal. Tal resultado, também pode ser explicado pela ausência de políticas públicas no setor agrícola e na infra-estrutura hídrica.

# Abstract

The study area comprises the city of Cabaceiras-PB, located in meso and micro Borborema Cariri East. The objective of the present work was to study the process of environmental degradation and the vulnerability of rural households in the municipality. The methodology was based on the use of images TM/Landsat-5 orbital periods between 1987 and 2009, bibliographic data, questionnaires and field data. Was calculated dryness index of UNEP (1991), by the method of Thornthowite (1955) the last thirty (30) years (1981-2010). The results obtained through the thematic maps of land degradation and land cover in the respective years (1987-2009) revealed a marked deterioration. The areas classified as moderate to severe level of degradation had an increase of 14,04 % and the serious level increment was 126 %, which considers a worrying level of degradation is indicative of increased land degradation. Regarding the vegetation of the land, the study highlights the areas characterized as dense vegetation and semi-dense obtained negative increments of 35.9 % and 37,11 %. These results are due to high vulnerability (Social 29,2 % Savings 76,8 %, Technology 69,7 % and Hydro 48,1 %) whose indices ranged from moderate to very high. Families have high economic weakness, evidenced by dependence on welfare programs for the eradication of poverty the government Federal. Tal result can also be explained by the absence of public policies in the agricultural sector and water infrastructure.

# Capítulo 1

## Introdução

Durante muito tempo a humanidade acreditava que os recursos naturais seriam inesgotáveis e que resistiriam as práticas exploracionistas. Entretanto, esse entendimento direciona a falta de comprometimento com o meio ambiente, visando apenas a lucros exacerbados para a geração de riquezas. Com base nesse princípio, se verifica a elevação do crescimento econômico e conseqüentemente o aumento dos problemas socioambientais.

Com a Revolução industrial no século XVIII, juntamente com o crescimento populacional houve a necessidade de produzir demasiadamente. Junto a esse processo veio a expansão de ocupação das terras para suprir as demandas. Portanto, os problemas ambientais começaram a surgir e os que já existiam se agravaram com o desmatamento e a contaminação das águas com os efluentes químicos oriundos das fábricas.

Entre as problemáticas relacionadas ao meio ambiente está a do processo de desertificação, abordado neste contexto, como sendo um fenômeno causado pela ação devastadora do homem. O processo de desertificação é conhecido pelos estudiosos das mais variadas áreas como sendo a degradação das terras, quando esta se torna improdutivo através de seu desgaste.

No semiárido paraibano a ação antrópica, com práticas de desmatamento, queimadas e outros manejos inadequados de explorar e agricultar as terras, vem dizimando a cobertura vegetal, assoreando os recursos hídricos e, conseqüentemente, colocando em risco a fauna silvestre e a permanência da população na zona rural. Visto que, com a superfície exposta, o solo é erodido e os nutrientes, indispensáveis para uma exploração agrícola auto-sustentável, são exauridos rapidamente, comprometendo todo o ecossistema (SOUSA, 2007).

No Brasil, o Estado que possui o maior percentual de áreas com nível de degradação é a Paraíba, com mais de 70% da sua área considerada degradada, e 29% com nível de degradação considerado muito grave, com sérios problemas de erosão e redução da fertilidade dos solos. Isto se deve, principalmente, à alta densidade populacional humana e dos rebanhos, aos constantes desmatamentos e ao manejo ambiental inadequado (MONTEIRO, 1995).

Diante deste contexto inúmeros trabalhos relativos à desertificação foram realizados, todos têm como resultados a ampliação dos problemas socioeconômicos e ambientais. Segundo Fernandes (2010) muitos autores, quando tratam do processo de desertificação, não exploram os processos históricos e às relações capital trabalho. Não tratam das políticas públicas e nem

da globalização que acentuou a destruição da natureza pelo homem e de suas condições de vida.

Com a finalidade de acompanhar essas transformações que ocorrem no meio ambiente, surgem ferramentas indispensáveis para esse tipo de estudo como a utilização do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Portanto, têm ajudado os pesquisadores das mais variadas áreas do conhecimento, sobretudo na gestão de recursos naturais.

O município de Cabaceiras-PB se enquadra nas características normalmente atribuídas como gerais para o nordeste: regime pluviométrico deficitário e variável; concentração fundiária e graves problemas socioeconômicos. Tudo isso, com um fator agravante, a degradação das terras provocada pela ação antrópica que tem causado graves impactos ambientais à região. A combinação de tais fatores, aliados a quase total falta de assistência por parte do poder público, caracteriza a região como uma das mais carentes do estado.

Dada a relevância ao tema, Cabaceiras-PB, foi escolhida como área de pesquisa em virtude de ser um município que possui o menor índice pluviométrico do Brasil. Portanto, este trabalho busca identificar as principais causas e consequências da degradação ambiental através do diagnóstico socioeconômico (com aplicações de questionários) e da técnica de sensoriamento remoto. Técnica que há muito tempo tem sido utilizada em estudos de desertificação, visto que, podem oferecer uma análise em escala espacial e temporal desses processos. As informações que podem ser produzidas com base nos dados dessa tecnologia oferecem suporte para a tomada de decisões, tais como medidas de prevenção e recuperação. Diante as formulações expostas, na presente pesquisa espera-se alcançar os seguintes objetivos:

## 1.1 Objetivo Geral

Avaliar o processo de degradação ambiental considerando a cobertura vegetal através de imagens TM - Landsat-5, como também as vulnerabilidades da população rural de Cabaceiras-PB.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Mapear os níveis de degradação das terras e as classes de cobertura vegetal;
- Realizar o balanço hídrico climatológico para determinar o índice de aridez na região;
- Diagnosticar as vulnerabilidades social, tecnológica, econômica e hídrica dos agricultores residentes na zona rural.

# Capítulo 2

## Revisão Bibliográfica

### 2.1 Considerações sobre a geografia e o ambiente

A construção do espaço geográfico se faz através da apropriação da natureza, por consequente, gera a degradação ambiental. Os olhares sobre os problemas ambientais não são exclusivamente das ciências disciplinares. O termo disciplinar, adota um contexto histórico, no qual a construção do saber tomou o caminho da especialização. Resultado desse processo de compartimentação ocorreu uma notável divisão do trabalho acadêmico, de modo que cada disciplina passou a responder por um segmento do conhecimento (FIALHO, 2007).

Para Oliveira (1994), o espaço geográfico é uma totalidade que envolve natureza e sociedade. Portanto, é obrigação da ciência geográfica interpretar a produção do espaço pela sociedade capitalista, com suas desigualdades, contradições e luta de classes. Além do entendimento do processo de apropriação da natureza pela sociedade, através do modo de produção capitalista. Mas, para Lefebvre (1992 - 1974), o espaço (social) é um produto (social). O espaço não pode ser resumido apenas ao espaço físico. O espaço geográfico é o espaço da vida social, sua base é a natureza, no qual, o homem transforma através do seu trabalho.

Santos (1997) em seu livro “Metamorfoses do espaço habitado” discute que dentro da natureza o homem se diferencia das outras formas de vida pela sua capacidade de produzir.

A geografia é a única das ciências humanas que estuda os aspectos físicos do planeta, por isso, analisar ambos aspectos físico e social é uma tarefa difícil. Daí que, a maioria dos geógrafos opta pela especialização do conhecimento, o que passa uma visão dicotômica da Geografia (MENDONÇA, 1998).

Para tratar as questões ambientais é preciso guiar pelo que se denomina de Princípio da Complexidade, baseado numa visão poliscópica, no qual as discussões físicas, culturais, sociológicas e entre tantas outras, deixam de ser disciplinares ou incomunicáveis. Compreender as conexões entre a Natureza e a Sociedade faz parte da história da Geografia, ciência que na visão de Morin (2002), é complexa por princípio.

Diante deste contexto, a ciência se volta para um novo entendimento, no qual, inclui-se o contexto das questões relacionadas à Geografia e o Ambiente. Assim, favorece um encaminhamento adequado para a adoção da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade.



Trabalhar a interdisciplinaridade é trabalhar coletivamente, tentar chegar num consenso para solucionar o problema, o que requer capacidade para entender as diferentes formas que esses aparecem. Portanto, essas novas abordagens exigem a criação de novos conceitos e métodos. Para Suertegaray (2004), a prática da interdisciplinaridade pode ser facilitada pela transdisciplinaridade, entendida como a capacidade de transitar em vários campos do conhecimento, indo além das formações acadêmicas específicas de cada um.

As discussões sobre a questão ambiental em nível mundial começam a ser discutidas a partir da década de 1960. O comprometimento dos Recursos Naturais tem sido a razão de tal preocupação. Portanto, na busca de uma qualidade de vida melhor, a sociedade é obrigada a repensar sobre o seu modo de ser, de produzir e de viver (GONÇALVES, 2004).

De acordo com Souza (2008), esse repensar nasce das incertezas econômica, política e social, que de certa forma aflige a humanidade de modo mais intenso a partir dessa década. O sistema sociedade e natureza que antes se imaginava estável, começava a ser percebido como cheio de flutuações e bifurcações. Esse autor afirma que, tais reflexões colocou em questão o conceito de natureza, até então dominante. Tradicionalmente, a natureza era entendida como algo externo do homem, uma vez que se tornava cada vez mais difícil estabelecer o que seria puramente natural do que seria social. Com a evolução, o conceito passa de Natureza para Ambiente. Pressupondo que o Ambiente é um entrelaçamento de ações proporcionados pelas técnicas. Essas transformações fez com que Santos (1997), chamasse de segunda natureza. Nesse caso, as consequências dessa transfiguração que podem ser chamadas de Questão Ambiental.

Devido a história da Geografia e de sua própria formação acadêmica, o profissional dessa área se constituiria numa grande oportunidade para aumentar a influência dessa ciência, principalmente, nesse momento onde a relevância às questões ambientais tem obtido cada vez mais destaque. Na concepção de Bertrand e Bertrand (2007), não adianta a Geografia se deixar levar nessas discussões sobre o ambiente. Para ele, seria preciso investir ainda mais do que fez nas questões ligadas à organização do território se tornando uma ciência social do território.

## **2.2 Processo de desertificação**

Ao longo da existência do planeta Terra fatores naturais como terremotos, vulcões, chuvas, ventos e secas, têm provocado mudanças constantes na superfície da Terra. Uma dessas mudanças é a transformação de regiões de florestas em desertos. Um exemplo de tal fenômeno natural foi a formação do deserto do Saara que surgiu onde um dia existiu uma grande floresta tropical como a Amazônica. Entretanto, a desertificação de áreas ou regiões nem sempre ocorre como consequência de fatores naturais. A intervenção do homem na natureza é outra frequente causa de desertificação. Exemplo de desertificação provocada pela intervenção humana é o deserto que existe na região onde hoje fica o Iraque, antiga Mesopotâmia. A qual, a cerca de três

mil anos atrás, era considerada uma das regiões mais férteis do planeta e era um dos celeiros do mundo antigo. A degradação dos seus solos ocorreu devido à intensa irrigação, que provocou ao longo dos tempos a salinização do solo e conseqüentemente sua desertificação (SOUSA, 1985).

Conforme Herrmann e Hutchinson (2005), o conceito de desertificação surgiu durante o domínio colonial na África Ocidental, com as preocupações dos sinais de ressecamento das plantas rasteiras do Sahel, no deserto do Saara. O termo “desertificação” foi utilizado pioneiramente por Aubreville (1947), para descrever a mudança de terras produtivas em desertos, como resultado da atividade humana na zona de floresta tropical na África.

A atenção foi atraída para o conceito de desertificação, quando uma série de secas começou na década de 1960, que contribuíram para condições de fome em vários países do Sahel e foi agravada pela instabilidade política. A Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação (CNUCD), realizada em Nairobi em 1977, foi o resultado de um aumento do interesse na região do Sahel, na sequência da rodada inicial de secas, como e que medidas poderiam ser tomadas para recuperar as áreas que haviam sido danificadas. A conferência não só lançou a questão da desertificação na arena política, mas também provocou um grande interesse científico e controvérsia (HERRMANN; HUTCHINSON, 2005).

Os debates têm se intensificado após esta conferência, refletida por uma intensidade de literatura e da existência de mais de cem definições de desertificação (GLANTZ; ORLOVSKY, 1983). Os objetivos desta conferência estão expressos no documento intitulado Plano de Ação de Combate à Desertificação (PACD), que recebeu a adesão voluntária de diversos países que participaram do evento, inclusive do Brasil (SOUZA, 2008).

Vale ressaltar, que apesar do termo desertificação ter origem do termo deserto, eles não devem ser confundidos. Nesse estudo, torna-se bem claro a diferença entre ambos (deserto e desertificação), para Vasconcelos (1970), “deserto é a culminação do fenômeno é um fato completo um clímax ecológico atingido, desertificação é um processo em andamento um disclímax que pode ou não culminar em deserto”.

A AGENDA 21, um dos principais documentos da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*United Nations Conference on Environment and Development*) (UNCED, 1992), descreve a desertificação como degradação das terras nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas. Esta declaração precisa ser explicada pela maior elaboração de seus três conceitos principais: (1) ameaça a (degradação da terra), (2) os territórios ameaçados (o mundo terras secas), (3) as causas (naturais e antrópicas) (KASSAS, 1994).

Para Souza (2008), essa definição ainda é vaga, quanto a sua caracterização da degradação da terra e os fatores que causam a desertificação, essas discussões causam polêmica quanto ao seu entendimento e o conceito adotado.

O termo desertificação é bastante usual, entendido como extensão das paisagens e formas

tipicamente desérticas em áreas semiáridas ou subúmidas, devido à ação antrópica. Portanto, esse termo não alcançou um consenso entre os estudiosos, e é de uso cada vez menos frequente, em virtude de seu significado ambíguo (CONTI, 2008).

Conti (1995), define duas modalidades de desertificação: ecológica e climática. A primeira seria o Homem o causador desse processo e a segunda seria a Natureza a grande responsável.

Os sintomas de desertificação são diferentes em diferentes formas de uso da terra. Deterioração em terras irrigadas é muitas vezes relacionada com a ascensão do lençol freático, principalmente, devido ao desequilíbrio entre o excesso de irrigação e drenagem ineficiente. Encharcamento implica muitas vezes na salinização e outras formas de danos químicos do solo. Degradação de terras de sequeiro muitas vezes manifesta-se como erosão do solo, perda de matéria orgânica e redução de nutrientes, compactação e formação de crostas e extensa invasão de ervas daninhas. Degradação de pastagens inclui, entre outros, a redução da bioprodutividade, invasão de espécies não-palatáveis e erosão do solo (KASSAS; AHMED Y. J. ROZANOV, 1991).

Segundo Kassas (1994), a Terra é um sistema bio-produtivo terrestre que compreende o solo, a água, o crescimento da planta, outros componentes da biota e os processos ecológicos que operam dentro do sistema. Tal sistema, pode produzir madeira, pastagem, culturas, etc. Degradação significa redução (ou perda) da capacidade da terra para produzir o que a sociedade humana precisa (KASSAS, 1994).

A crise ambiental no qual o planeta está passando, trata-se de um resultado de muitos anos de exploração dos recursos naturais. A sociedade capitalista age de forma inconsequente sem a responsabilidade com o meio ambiente. Isto tem provocado o desaparecimento de algumas espécies da fauna e da flora.

A humanidade está enfrentando uma mudança de paradigma com relação à concepção de uso de recursos naturais e convivência com o meio ambiente. A crise pelo qual vive a sociedade, pode ser considerada como uma crise de valores, o que tem gerado problemas socioambientais das mais variadas proporções (SANTOS; FARIA, 2004).

Segundo Leff (2006), os problemas ambientais, ocorrem através de um processo histórico dominado pela expansão do modo de produção capitalista. Modo esse, guiados pelos lucros exacerbados a curtos prazos. Vive-se assim, uma ordem mundial marcada pelas desigualdades sociais.

Com o advento da Revolução Industrial, as degradações ambientais se intensificaram devido a intensa exploração dos recursos naturais, desde a madeira, passando pelo carvão mineral até a descoberta do petróleo. A capacidade do ser humano de alterar a natureza cresceu muito a partir da Revolução Industrial e acentuou com a globalização no século XX, levando fortes questionamentos no início da década de 1960. Desde então, o modelo econômico vigente e seus negativos impactos socioambientais vêm sendo apontados por estudiosos das mais variadas

áreas (CASAGRANDE JR, 2012).

De acordo com Moraes (2001) a Revolução Industrial foi um marco divisor na história das relações entre o homem e a natureza, pois a partir dela que a extração desenfreada provocou a escassez dos recursos naturais. Vale destacar que na época desta Revolução a visão ingênua quanto à abundância de recursos, não permitiu que a sociedade adotasse medidas preventivas e que focassem o desenvolvimento de forma sustentável. Em decorrência disso, a crise ambiental se intensificou e desde então, o Planeta Terra tem sofrido impactos em diferentes escalas, tendo em vista os diferentes tipos de atividades realizadas pelo homem (VASCONCELOS, 2011).

No Brasil, Vasconcelos Sobrinho foi o pioneiro nos estudos ambientais, principalmente, no que se refere a desertificação. Ele participou da primeira Conferência das Nações Unidas Sobre a Desertificação que ocorreu em 1977 em Nairobi no Quênia. O referido professor contribuiu com diversos trabalhos sobre a temática em questão durante a década de 1970 e início da década de 1980. Estabeleceu indicadores para melhor indicar o processo de desertificação, que são utilizados até hoje pela comunidade científica. Outra contribuição de Vasconcelos Sobrinho foi de identificar e caracterizar quatro áreas consideradas problemáticas de alto risco (Irauçuba-CE, Seridó-RN-PB, Gibués-PI e Cabrobó-PE), por apresentarem manchas de degradações profundas, que ocorrem isoladamente, que designou-os de núcleos de desertificação (VASCONCELOS SOBRINHO, 1970, 1974, 1978a, 1978b, 1982).

No âmbito das ciências geográficas Ab'saber (1997), pioneiramente, deu uma vasta contribuição a essa temática. Desenvolveu diversos trabalhos, analisando a vegetação, o relevo, os solos e o clima das áreas secas do Brasil. Um de seus trabalhos "A problemática da desertificação e da savanização do Brasil" destaca que o processo de desertificação ocorre particularmente no domínio das Caatingas, onde alguns pontos apresentariam uma predisposição geo-ecológica a esse tipo de degradação (particularmente a deficiência hídrica), acentuada pela ação antrópica (SOUZA, 2008).

Conforme Brasil (2004), a desertificação é o resultado final da exploração inadequada dos recursos naturais de uma região, caracterizada pela degradação do solo, dos recursos hídricos, pelo desmatamento e principalmente pela extinção da biodiversidade. Este desequilíbrio atinge diretamente as relações sociais, econômicas, culturais e rurais de maneira que afeta a capacidade produtiva da terra e a sustentabilidade das próximas gerações.

De acordo com Conti (2008), é importante salientar, que não se deve exagerar o papel da ação humana, porque a natureza tem uma dinâmica muito mais poderosa e seus mecanismos prevalecem sobre aqueles da sociedade. Portanto, a escala dos processos naturais é claramente mais significativa com consequências que podem ter amplitude planetária, enquanto que a humana, regra geral, produzem apenas resultados pontuais (CONTI, 2008).

Quanto às questões ambientais na Paraíba, conforme o Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação (BRASIL, 2004) a Paraíba é o segundo estado brasileiro com o maior

nível de áreas degradadas e que pelo menos, 150 municípios da região semiárida (67,26%) estão susceptíveis à desertificação. Na qual residem 52% da população brasileira, cerca de 1,66 milhão de pessoas (CÂNDIDO; BARBOSA; SILVA, 2002).

Na prática, a desertificação se estende lentamente a partir de pequenos núcleos até atingir grandes superfícies. “Esses núcleos foram denominados de focos de solos desnudos ou com ulceração acentuada do tecido ecológico”. Esses núcleos têm em comum o desmatamento indiscriminado, as queimadas e o pastoreio de caprinos e ovinos acima da capacidade de suporte do ambiente (ACCIOLY et al., 2002).

O uso exagerado e predatório da população sobre os recursos naturais, que por sua vez, já se encontram fragilizados, leva à degradação ambiental que terá como consequência a diminuição dos recursos utilizáveis pela população gerando um ciclo de pobreza e miséria, até o limite da escassez completa desta região. O processo de degradação é o resultado de uma equação complexa que envolve os fatores ambientais, econômicos e sociais, em um processo dinâmico cujas consequências agem diretamente sobre o sistema em um processo de *feedback* acentuando a velocidade de degradação.

A desertificação é o processo de degradação das terras, resultantes da ação de vários fatores, dentre os quais se destacam as variações climáticas e as atividades antrópicas (BRASIL, 1999). Ocorre como um processo cumulativo de deterioração das condições ambientais que, em um estágio mais avançado, afeta as condições de vida da população (SAADI, 2000). Em suma, a desertificação vem a ser a expressão final do processo de degradação ambiental e degradação dos recursos naturais (REÁTEGUI; VALLES; GIL, 1992). Portanto, para analisar o processo de desertificação é preciso fazer um estudo espaço-temporal.

### **2.3 O processo de desertificação em Cabaceiras-PB**

O termo desertificação tem sido muito disseminado na comunidade científica, como sendo a perda da capacidade produtiva dos ecossistemas. Esta perda está associada às atividades do homem. Portanto, neste trabalho o conceito de desertificação abordado é o da Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação (UNCCD - *United Convention to Combat Desertification*) que define as degradações das terras, como a redução ou a perda da produtividade biológica ou econômica das terras agrícolas, devido aos sistemas de utilização dos solos, resultantes da atividade humana e das suas formas de ocupação do território.

Barbosa (2011) afirma que a desertificação não é um fenômeno natural e sim econômico. O processo de desertificação sucede porque os ecossistemas das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas ficam em risco frente à exploração da terra acima da capacidade de suporte. O processo de desertificação é um processo lento e extremo e seus riscos são construídos historicamente e socialmente. As relações de capitais no campo, têm degradado centenas de milhares

de quilômetros quadrados de terras ao longo dos anos, pelo uso exaustivo das mesmas.

Diante dessa afirmativa, o sistema capitalista é considerado responsável pela degradação das terras, ou seja, as principais causas da desertificação tem suas causas num longo processo histórico onde sempre prevaleceu as desigualdades sociais, o baixo nível de escolaridade dos agricultores e da ineficiência das políticas públicas.

Cabaceiras não foge a essa regra, antes dos colonizadores chegarem a essas terras, os índios já faziam queimadas para agricultá-las. Entretanto, a degradação provocada pelos índios é considerada ínfima quando comparada com as ações devastadoras dos primeiros colonos.

Para dar ênfase a esta afirmativa Souza (2008), relata que nas áreas em torno das grandes fazendas, a caatinga passava por um processo de rebaixamento e ralamento. Tal processo era feito com machado e queimadas, para evitar animais peçonhentos. O uso contínuo do pasto nativo que passou a ser chamado de capoeira<sup>1</sup>. Portanto, para tratar as questões do processo de desertificação é necessário levar em consideração o processo histórico espaço-temporal.

Desde a época da colonização os bovinos eram criados soltos no pasto nativo. Durante a estiagem os bovinos recebiam complemento forrageiro, advindo da agricultura alimentar como também do algodão (restolho). Os ovinos e caprinos também pastavam nestas áreas.

Em suma, a prática da queimada já fazia parte da agricultura indígena. Os índios só produziam para a sua subsistência, essa prática era insignificante, não comprometendo a vitalidade da terra. Ao contrário dos colonizadores (os grandes fazendeiros) que utilizavam grandes áreas. Portanto, a prática ininterrupta da queimada na mesma área, tem levado o solo a uma degradação severa. Esta prática persiste até hoje.

Diante dessa perspectiva, em relação à ocupação do território nordestino no período colonial e de seu caráter devastador, Padua (2002), avaliou quatro variáveis para entender esse processo, a saber: a terra farta, criando uma ideia de que o território estaria sempre aberto aos avanços da produção econômica e da ocupação; técnicas rudimentares, destaque para as queimadas extensivas e com pequeno intervalo de tempo; o braço escravo, o qual possibilitou facilitar o domínio do latifúndio, da monocultura, da falta de cuidado com a terra; e por fim, a mentalidade de que a terra era para gastar e arruinar e não para ser protegida.

Quanto ao braço escravo, Andrade (1986) destaca que o semiárido nunca se caracterizou por este tipo de mão-de-obra, mesmo durante o domínio do algodão. O que predominava era o trabalho assalariado. Esse fato se explica, porque a região semiárida é assolada pela relativa frequência de secas, o que leva a dizimação do gado e migração da população. Quanto à cultura do algodão, na época a mais importante do semiárido, que por ser de ciclo curto, deixava grande parte dos escravos, evidentemente, quando estes existiam, sem ter o que fazer em grande parte do ano.

---

<sup>1</sup>O termo capoeira é também conhecido como mata que se foi, e ainda hoje é utilizado em todo cariri paraibano.

## 2.4 Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002).

Para Jensen (2009), o sensoriamento remoto difere de outras técnicas de dados sobre recursos terrestres, devido à utilização do sensor, que não está em contato físico direto com o alvo sob investigação, assim sendo, entende-se que o sensoriamento remoto utiliza aparelhos sensores de espaçonaves com a finalidade de registrar, armazenar e transmitir informações do ambiente terrestre, dispensando ou minimizando a presença humana na área investigada.

Barbosa (1996), define como uma técnica que envolve a detecção, identificação, classificação, delimitação e análise dos aspectos e fenômenos da superfície terrestre, usando imagens adquiridas de aviões e satélites, ao longo de várias técnicas de interpretação ópticas e/ou computadorizadas. Silva et al. (1999), definem como a utilização conjunta de sensores e equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações. Com isso, é possível realizar o imageamento sinótico e periódico da superfície terrestre e, conseqüentemente, o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres (INPE, 1986).

As imagens de satélite e as técnicas de tratamento de dados sensoriados remoto têm permitido o inventário e monitoramento da paisagem, analisando a diversidade de respostas espectrais e texturais que representam as tipologias vegetais e as alterações de uso da terra decorrentes da ocupação humana no tempo (TEOTIA et al., 2003).

O sensoriamento remoto surgiu como uma alternativa viável, nos aspectos técnicos e econômicos para levantamento e classificação de cobertura vegetal e uso da terra, pois alia a rapidez e precisão a um custo relativamente baixo (TEOTIA; RIBEIRO; FRANCISCO, 2009a). O sensoriamento remoto utiliza várias técnicas desenvolvidas no sentido da tomada e análise de dados de recursos naturais por meio de satélite, tais como: o Landsat-MSS e TM, SPOT, RADAR, AVHRR, MOMS, etc. (SERAFIM, 2000).

As imagens de satélite e as técnicas de tratamento de dados sensoriados têm permitido o inventário e monitoramento da paisagem, analisando a diversidade de respostas espectrais e texturais que representam as tipologias vegetais e as alterações de uso da terra decorrentes da ocupação humana no tempo (TEOTIA et al., 2003).

Uma das ferramentas utilizadas para fazer o levantamento e reconhecimento da cobertura dos solos é o sensoriamento remoto. A grande vantagem do uso de sensoriamento remoto orbital é que essas informações são obtidas periodicamente, de modo que, constantemente, é

possível fazer uma adequação dos resultados obtidos em datas anteriores. Outra vantagem diz respeito à visão ampla da área de estudo e à maior facilidade de se fazer o levantamento e acompanhamento do uso do solo em áreas de difícil acesso (MOREIRA, 2004).

A evolução do sensoriamento remoto através de sensores mais potentes, proporcionando imagens com resoluções cada vez melhores associadas a técnicas de extração de informação oriundas do processamento de imagens ampliou sua aplicabilidade a diversas áreas do conhecimento (ROCHA, 2000). Teotia, Gomes e Francisco (2009b), relatam que o advento das tecnologias de sensoriamento remoto e o SIG (Sistema de Informação Geográfica), introduziram uma nova dimensão para a compreensão do nordeste do Brasil.

A importância do sensoriamento remoto como ferramenta para avaliar os processos de desertificação fica mais evidente, quando se verifica que um dos quatro indicadores recomendados pela ONU para avaliar o problema é o índice de vegetação derivado de imagens de satélite, o chamado IVDN (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada) (MOREIRA, 2004; MENESES, 2001).

Das várias contribuições do sensoriamento remoto, a detecção qualitativa e quantitativa da vegetação verde é uma das mais importantes, por meio dos índices de vegetação (IV), sendo possível maximizar as características intimamente ligadas ao dossel verde e minimizar as variações não ligadas a ele (OLIVEIRA; CHAVES; LIMA, 2009).

## **2.5 Sistema de Informação Geográfica - SIG**

O sistema de informação geográfica é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador na tomada de decisão. A evolução do conceito de SIG se relaciona com as diferentes áreas de pesquisa que contribuíram para o seu desenvolvimento como informática, que enfatiza a ferramenta banco de dados ou linguagem de programação; geografia, que o relaciona a mapas, e outros que ainda enfatizam aplicações como suporte aos planejadores (SÁ et al., 2010).

É uma ferramenta utilizada na coleta, checagem, integração e análise de dados e informações relacionadas com a superfície da Terra. Esses dados podem ser oriundos de diferentes fontes, tais como: imagens de satélite, cartas topográficas, cartas de solo e vegetação, hidrografia, dados de senso, etc. Cada uma destas fontes com seus diferentes atributos são armazenados em um banco de dados, utilizado para gerenciar de maneira estruturada esta grande quantidade de informações. Os dados devem estar todos no mesmo referencial geográfico, para possibilitar a manipulação, a comparação e a análise (SANTOS; SILVA, 2004).

O objetivo principal de um SIG é processar informações espaciais. Desta forma, deve ser capaz de criar abstrações digitais do real, manejar e armazenar eficientemente dados, de forma a identificar o melhor relacionamento entre as variáveis espaciais, possibilitando a cria-



ção de relatórios e mapas para a compreensão desses relacionamentos. O SIG também pode ser definido como sendo uma junção de *hardware*, *software*, dados geográficos e pessoal, que podem capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar informações referenciadas geograficamente (CALIJURI; ROHM, 1993).

Os sistemas de informações geográficas podem ser utilizados em muitas aplicações: planejamento e gestão urbana e regional, meio ambiente, infraestrutura, agricultura, segurança, transportes, educação e *marketing*. Com a utilização dos SIGs, as feições do mundo real podem ser representadas em diversas camadas de dados relacionados, divididos em dois grupos: o primeiro refere-se à geometria ou forma dos objetos ou fenômenos no mundo real, e o segundo descreve qualitativa ou quantitativamente tais ocorrências (IDEÃO, 2009).

Com a disponibilização de programas de sistemas de informação geográfica, se tornou rápido realizar trabalhos de gestão dos recursos naturais, abrangendo cada vez mais projetos ambientais e colaborando na tomada de decisão (FRANCISCO et al., 2012).

Apesar do extraordinário avanço tecnológico no processamento de dados e produção da informação, a qualidade do produto final obtido, sempre dependerá de uma criteriosa obtenção dos dados que alimenta o sistema (CHAVES et al., 2008).

## 2.6 Balanço hídrico

O balanço hídrico é um método que permite calcular a disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetais. Contabiliza a precipitação perante a evapotranspiração potencial, levando em consideração a capacidade de armazenamento de água no solo. A disponibilidade de água no solo é um fator ecológico mais correlacionado com a distribuição geográfica das espécies vegetais do que a precipitação (TUBELES; NASCIMENTO, 1990).

Conforme Sentelhas e Angelocci (2009), o balanço hídrico nada mais é que o computo das entradas e saídas de água de um sistema. Várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico. Na escala macro, o “balanço hídrico” é o próprio “ciclo hidrológico”, cujo resultado fornecerá uma estimativa da quantidade de água disponível no sistema (no solo, rios, lagos, vegetação úmida e oceanos), ou seja na biosfera.

Como produto do balanço hídrico, Thornthwaite e Mather (1955), apresentam os seguintes índices climáticos: o índice de umidade  $I_u$  que representa a relação percentual entre o excesso anual de água e a evapotranspiração potencial anual; o índice de aridez  $I_a$  que expressa a relação entre a deficiência hídrica e a evapotranspiração potencial em termos anuais; e o índice hídrico  $I_h$  que relacionam os dois índices anteriores.

Através desse procedimento é possível identificar áreas climaticamente favoráveis à exploração de uma determinada cultura, bastando para isso que se conheçam as exigências climáticas dessa mesma cultura, expressas também em termos de parâmetros do balanço hídrico

(VAREJÃO-SILVA, 2006).

## 2.7 Índice de aridez

Um dos maiores problemas das regiões semiáridas do mundo é a irregularidade das chuvas juntamente com a ocorrência de elevadas temperaturas, ocasionando grandes taxas de deficiências hídricas (NIMER, 1979).

Para uma avaliação das disponibilidades de água em regiões semiáridas, como o município de Cabaceiras onde o problema do déficit hídrico provoca grandes impactos socioambientais é importante se efetuar a contabilidade de água computando-se, sistematicamente, todos os ganhos e perdas (THORNTHWAITTE; MATHER, 1955). São considerados ganhos as contribuições através da precipitação pluviométrica e as perdas são ocasionadas pela evapotranspiração.

A definição de aridez para fins de aplicação no Plano de Ação de Combate à Desertificação elaborado pela Nações Unidas, baseou-se na metodologia de Thornthwaite (1948) e ajustado posteriormente por Penman (1953), quando o índice de aridez  $I_a$  de uma região depende da quantidade de água advinda da chuva (precipitação  $P_r$ ) e da evapotranspiração potencial (ETp) (SOUZA; SILANS; SANTOS, 2004).

No sistema de classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), a planta não é vista como um instrumento de integração dos elementos climáticos, e sim, como simplesmente um meio físico pelo qual é possível transportar água do solo para a atmosfera. Dessa forma, um tipo de clima é definido como seco ou úmido relacionado às necessidades hídricas das plantas, ou seja, dependente de um balanço hídrico (ROLIM et al., 2007).

O índice de aridez é bastante utilizado nos estudos para a determinação de áreas secas e principalmente nos estudos do processo de desertificação. Vale ressaltar que a sua utilização foi um dos critérios para delimitar a nova área semiárida do Brasil, assim como áreas integrantes do Polígono das Secas no país, também são aquelas que se enquadram na fórmula de Thornthwaite (MATALLO JÚNIOR, 2003).

Vários índices climáticos são utilizados para a caracterização e determinação da aridez. Todos estes índices têm características distintas e tem vantagens e desvantagens. Para determinar a aridez requer a seleção do índice de aridez adequada. Um índice adequado deve ser calculado com os dados fornecidos a partir de observações meteorológicas, hidrológicas/agrícola ou sistema de medição. Além disso, um índice adequado deve monitorar, prever ou determinar aridez, com a perda de informação mínima (SAHIN, 2012).

O Programa das Nações Unidas (UNEP, 1993), define o índice de aridez  $I_a$  pelo quociente da precipitação  $P_r$  anual e os totais da evapotranspiração. Devido à falta dos dados medidos e dificuldade de estimativas precisas da ETp ou requisitos de entrada de várias equações empíricas ou semi-empíricas para estimar a ETp, o  $I_a$  definido pelo PNUMA, não tem sido amplamente

utilizado, principalmente em países em desenvolvimento. Como alternativa, os agrônomos e engenheiros usaram equações semi-empíricas como a fórmula de Penman - Monteith (PM) para estimar a ETp com base em observações meteorológicas de superfícies que exija inúmeros dados meteorológicos. A aplicação da equação de PM em muitas áreas, principalmente nos países em desenvolvimento, tem sido limitado pela indisponibilidade de dados climáticos necessários em muitas áreas. Os dados necessários são escassos. As técnicas mais simples são obrigatórias. O cálculo da ETp a partir da equação de PM requer oito elementos que nem sempre estão disponíveis nos países em desenvolvimento (SAHIN, 2012).

## 2.8 Vulnerabilidade

Vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de mudanças socioambientais (CONFALONIERI, 2001). A vulnerabilidade é algo inerente a uma população determinada e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão. Portanto, são também mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão” (IPCC..., 2001).

Para o entendimento da vulnerabilidade é preciso primeiramente compreender o que são riscos e desastres. Portanto:

$$DESASTRE = RISCO \times VULNERABILIDADE \quad (2.1)$$

Sendo assim, desastre é qualquer perda de vidas humanas que seja bens materiais ou ambientais causada por um evento perigoso, de origem natural ou humana, que pode ter uma escala pessoal, familiar, regional, nacional ou internacional (GONZÁLES; DELGADO; PRADO, 2002).

O risco a desastre (destruição ou perda esperada) corresponde ao potencial de perdas que podem ocorrer ao sujeito ou sistema exposto, resultado da convocação da probabilidade de ocorrência de ameaças e da vulnerabilidade dos elementos expostos a tais ameaças (MASKREY, 1994). Tem-se:

$$RISCO = AMEAÇA \times VULNERABILIDADE \quad (2.2)$$

Risco 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. Para estimar o risco a desastre é necessário, de acordo com sua definição, ter 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 (MASKREY, 1994).

A vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista. Ela pode ser um risco para um indivíduo isoladamente ou para um sistema exposto ao perigo e corresponde à predisposição intrínseca de ser afetado ou estar 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).

Wilches-Chaux (1989), discute e classifica as diferentes formas de vulnerabilidade que uma sociedade pode enfrentar e que influenciam nas condições de desastres. Desta sua perspectiva, existem onze componentes de vulnerabilidade:

- 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: 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 (CARDONA, 2001);
- Vulnerabilidade econômica: referente a setores economicamente mais deprimidos da humanidade, que são, por essa razão, os mais vulneráveis frente às ameaças naturais;
- Vulnerabilidade social: respectivo 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: relativa à incapacidade da população para formular por si mesma a solução do problema que lhe afeta;
- Vulnerabilidade ideológica: relacionada a atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos em certas circunstâncias;
- Vulnerabilidade cultural: concernente 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: relativa às técnicas inadequadas de construção de edifícios e infra-estrutura básica utilizadas em zonas de risco;

- Vulnerabilidade ambiental: referente 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.

Conforme Lavel (1994), a vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos. Implica numa combinação de fatores que determinam o grau, o qual a vida e a sobrevivência de alguém ficam em risco por um evento distinto e identificável da natureza ou da sociedade (BLAIKIE et al., 1996).

# Capítulo 3

## Material e métodos

### 3.1 Caracterização da área

O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba apresenta uma área de 400,22 km<sup>2</sup> com altitude entre 300 m e 400 m. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 7°18'36" e 7°35'50" de latitude sul e entre os meridianos de 36°12'24" e 36°25'36" de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011), como observado na Figura 3.1.

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude. As chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (FRANCISCO, 2010).

Na Tabela 3.1, pode-se observar dados Climatológicos mensais e anuais, que representam médias de, no mínimo, trinta anos de dados e foram obtidos através da publicação da AESA... (2012).

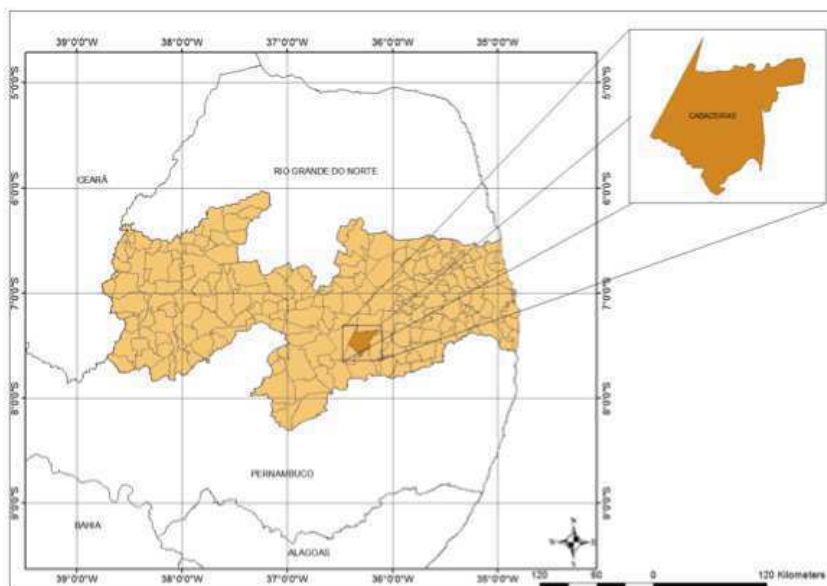


Figura 3.1: Localização do município de Cabaceiras.

Tabela 3.1: Precipitação média de Cabaceiras-PB.

Município/ Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
<b>Cabaceiras</b>	15,6	35,1	46,8	61,2	38,8	36,6	33,8	11,3	3,0	3,0	3,0	6,7	333,6

Fonte: AESA... (2012).

Conforme os dados do Atlas do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2006), a geologia predominante na área de estudo está representada pela:

- Suíte Granítica Camalaú (My2c) composto por: Ortognaisse tonalítico trondhje- mítico-granítico e sienítico, relacionado ao período Paleoproterozóico;
- Complexo Sertânia (Pst) composto por: Gnaisse, mármore, quartzito, metavulcânica máfica, relacionado ao período Paleoproterozóico;
- Suíte Várzea Alegre (Apy) composta por: ortognaisse tonalítico graniodorítico e migmatito relacionado ao período Paleoproterozóico;
- Complexo Sumé (PMs) composto por: Leucognaisse com frequentes intercalações de ortoanfibolito, rocha calcissilicática menos comumente metapiroxenito metagabro com granada, formação ferrífera e granulito, relacionado ao período Paleo/Mesoproterozóico;
- Suíte Granítica Calciacalina de médio e alto potássio Itaporanga (Ny1a); cuja constituição litológica é composta por granito e graniodorito grosso a porfirítico associado à diorito e fases intermediárias de mistura; relacionado ao período Proterozóico Neoproterozóico.

A área de estudo encontra-se inserida na Borborema, na unidade geomorfológica denominada Planalto da Borborema de formas tabulares e convexas. O Planalto da Borborema, se constitui no mais importante acidente geográfico da Região Nordeste, exercendo na Paraíba um papel de particular importância no conjunto do relevo e na diversificação do clima. A unidade geomorfológica denominada Superfície de Planalto, com domínio de relevo suave ondulado e ondulado, representa uma das unidades mais amplas e regulares no conjunto da Borborema (SOUSA et al., 2003).

O Cariris do Paraíba compreende em grande parte, a área da bacia de contribuição do açude de Boqueirão, que apresenta a montante, duas bacias contribuintes, a do Alto Paraíba e a do rio Taperoá. É uma área aberta, sobre o planalto, com relevo suave ondulado, altitude variando em grande parte entre 400 m a 600 m, e drenagem voltada para o leste, o que facilita a penetração uniforme das massas atlânticas de sudeste (FRANCISCO, 2010).

Nas áreas com relevo mais deprimido a precipitação média anual é inferior a 400 mm, aumentando com a altitude no sentido dos divisores da drenagem. Os solos mais representativos é o Luvissolo Crômico Vértico fase pedregosa relevo suave ondulado, predominante em

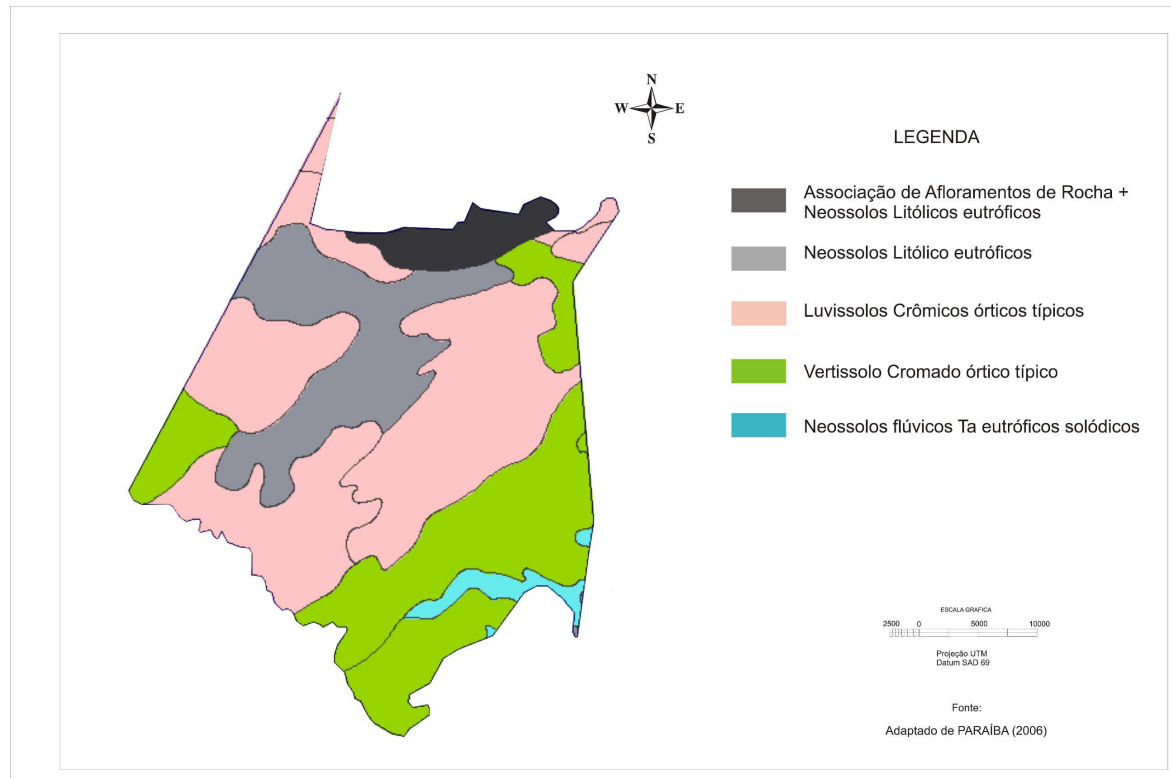


Figura 3.2: Mapa das classes de solos do município de Cabaceiras-PB.

Fonte: adaptado de (PARAÍBA. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2006).

grande parte da região; os Vertissolos relevo suave ondulado e ondulado predominam nas partes mais baixa, no entorno do açude de Boqueirão e os Planossolos Nátricos relevo plano e suave ondulado, ao norte. Nas áreas mais acidentadas, ocorrem os Neossolos Litólicos Eutróficos fase pedregosa substrato gnaisse e granito. Em toda a área, a vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila. É uma região tradicionalmente pastoril, onde tem predominando a criação de caprinos. Outrora com produção expressiva de algodão e na atualidade cultiva palma e culturas alimentares (FRANCISCO, 2010).

Na área do município de Cabaceiras são encontrados basicamente nove classes de solos que de acordo com a legenda do mapa de solos de PARAÍBA. Plano Estadual de Recursos Hídricos (2006) ilustrado na Figura 3.2 e descritos a seguir:

As principais unidades de mapeamentos de solos identificadas na área de estudo Figura 3.2, foram descritas com base em levantamentos de solos existentes (BRASIL, 1972; PARAÍBA, 1978), seguindo-se as determinações preconizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), conforme descrito a seguir:

- TCo - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico - Compreende solos intermediários para VERTISSOLO, com horizonte argílico (B textural), possuem argila do tipo 2:1 (atividade de argila superior a 50 mE/100 g de argila). Em virtude desse tipo de argila, normalmente estes solos, durante o período seco, apresentam grandes fendilhamento entre os



agregados estruturais e uma estrutura prismática, moderada a fortemente desenvolvida no horizonte Bt. Situam-se em relevo suave ondulado. Apresentam fortes limitações no que diz respeito à carência de água e moderadas quanto à susceptibilidade à erosão. Possuem condições para serem cultivados com culturas anuais na época chuvosa, entretanto, são mais apropriados para pecuária. Encontram-se associados a solos Neossolos Litólicos Eutróficos.

- RLe - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico - Compreendem solos pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos, não hidromórficos, que apresentam um horizonte A assente diretamente sobre a rocha R, ou mesmo com um horizonte C, tendo neste caso, seqüência de horizontes A, C e R. As principais limitações decorrem da presença de pedregosidade, rochosa, pouca profundidade dos solos, relevo forte ondulado e montanhoso, portanto, devem ser mantidos para conservação da vegetação natural e preservação da fauna.
- RUve - NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico - são derivados de sedimentos arenosos e areno-siltosos, recentes, não consolidados, referente ao Holoceno. Situam-se em relevo predominantemente plano. São solos de grande potencialidade agrícola, tendo como restrições o excesso de água (inundações) e escassez de água durante o período de estiagem. Estes solos devem ser cultivados intensivamente.
- VCo - VERTISSOLO CROMADO Órtico típico - a principal limitação ao aproveitamento agrícola destes solos, decorre de forte carência de água. Também concorre para isto, a pedregosidade superficial e a profundidade efetiva. Adaptam-se mais à pecuária, com o incentivo do plantio da palma forrageira. Encontram-se associados a Neossolos Litólicos Eutróficos e Luvisolos Crômicos Órticos vérticos.

## 3.2 Aspectos demográficos e econômicos

A população do município de Cabaceiras- PB é de 5.035 habitantes, sendo 2.217 na zona urbana e 2.818 na zona rural. Com densidade demográfica 11,12 hab/km<sup>2</sup> (IBGE..., 2012).

### 3.2.1 Pecuária e agricultura

A pecuária foi a base da colonização do semiárido paraibano, com todas suas limitações continua sendo uma atividade de destaque na economia da região. Cabaceiras é caracterizada pela pecuária extensiva, possui um dos maiores rebanhos de caprinos e ovinos do Estado da Paraíba, conta também com a produção de artesanato a partir do couro de peles de caprinos, do qual são confeccionados sandálias, bolsas, cintos, coletes, arreios, chaveiros, chapéus e tantos outros (FERREIRA, 2006).

A agricultura desenvolvida na área é de autoconsumo e irregular devido a instabilidade de chuvas nessa região. A produção agrícola é explorada em condição de sequeiro. As lavouras temporárias que merecem destaques são: alho, cebola, batata-doce, feijão e algodão e as permanentes bananas, côco da baía, goiaba, laranja, manga e sisal (IBGE..., 2012).

O município de Cabaceiras possui belas e ricas reservas arqueológicas, como o Lagedo de Pai Mateus com formação rochosa única no mundo. Por esses atributos o município tem atraído muitos turistas e cineastas, o que tem contribuído para o crescimento da economia (FERREIRA, 2006).

### 3.3 Material

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, produtos de sensores orbitais (imagens do TM/Landsat-5), mapas temáticos, GPS (*Global Positioning System*) Garmim Etrex Summit para georreferenciar os alvos e uma câmera digital para o registro, além do suporte computacional físico (*hardware*) e lógico (*software*). O *software* utilizado o SPRING (Sistema para Processamento de Informação Georreferenciadas), versão 5.1.5, de domínio público, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O programa Trackmaker 3.8 versão de avaliação foi utilizado para transferir os dados obtidos com o GPS para o SPRING de forma auxiliar utilizou os módulos IMPIMA, SCARTA e IPLOT, com os quais se fez a leitura das imagens para a classificação e a elaboração dos mapas que foi editorado num programa de editoração gráfica.

#### 3.3.1 Aquisição dos produtos sensores orbitais

Foram utilizadas imagens do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT 5 fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-MCT), compostas pelas bandas espectrais: B1- 450 à 520 nm (luz azul); B2 - 520 à 590 nm (luz verde); B3 - 630 à 690 nm (luz vermelha); B4 - 770 à 890 nm (infravermelho próximo) e B5 - 510 à 730 nm (faixa pancromática), obtidas na órbita 215 e ponto 65, das datas de 09/05/1987 e 24/05/2010, da órbita 215 ponto 65. As imagens foram selecionadas com base nos períodos característicos de ausência de nuvens. Esta multitemporalidade permite o estudo da evolução da ação antrópica e determinação qualitativa e quantitativa do processo de degradação da cobertura vegetal (FEITOSA et al., 2010).

## 3.4 Métodos

A metodologia para a interpretação visual de imagens digitais teve por base o Método Sistemático desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982). As áreas das classes de degradação adotada neste trabalho são: muito baixa, baixa, moderada, moderada grave e grave (BARBOSA et al., 2007).

### 3.4.1 Processamento digital das imagens

Esse processamento é um conjunto de etapa que envolve a classificação de imagens, tem como objetivo avaliar a cobertura vegetal e a classe dos níveis de degradação das terras da área de estudo.

- Pré-processamento: refere-se ao processamento inicial de dados brutos para a calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruídos. Para Ponzoni F. J.; Shimabukuro (2007) a finalidade desta fase é a preparação das imagens para que possa ser utilizadas pelos usuários;
- Técnicas de realce: visa melhorar a qualidade visual das imagens, no qual permite uma melhor discriminação dos objetos presentes nas mesmas (PONZONI F. J.; SHIMABUKURO, 2007);
- Classificação de imagens: são atribuídas classes aos objetos presentes na imagem. Conform Ponzoni e Shimabukuro (2007) estas técnicas envolvem a utilização de métodos pelos quais os pixels são associados a classes, de acordo com as suas características espectrais.

### 3.4.2 Operação aritméticas - razão entre bandas - IVDN

Nestas operações utiliza uma ou duas bandas de uma mesma área geográfica, previamente georreferenciadas, a operação é realizada “*pixel*” a “*pixel*”, através de uma regra matemática definida em que o resultado é uma banda representando a combinação das bandas originais. Essas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou “*off-set*” (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem, enquanto a operação de divisão de imagens consiste em uma operação não linear, utilizada para realçar as diferenças espectrais de um par de bandas, caracterizando determinadas feições da curva de assinatura espectral de alguns alvos, enfim, a operação de razão entre bandas, pode: 1) Remover efeitos de ganho provenientes de variações espaciais ou temporais, quando ocorrem em bandas de uma mesma imagem; 2) Diminuir variações de radiância da imagem, provenientes de efeito de topografia, declividade e aspecto; 3) Aumentar diferenças de radiância entre solo e vegetação.

Para aumentar o contraste entre solo e vegetação, pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo, constituindo assim, os chamados índices de vegetação (IVDN). Esta operação constitui de informações operacional do programa SPRING 5.1.5., no Menu - Imagem; operação aritmética do SPRING, quando aplicada na opção:

$$C = G \left( \frac{A - B}{A + B} \right) + O, \quad (3.1)$$

onde:  $A$  é a banda infravermelho próximo - banda 4;  $B$  é a banda vermelho - banda 3;  $G$  é o ganho (será utilizado o valor 256) e  $O$  é o *offset* (será utilizado o valor 64).

Portanto, constitui o índice de vegetação de diferença normalizada (IVDN), que além de aumentar o contraste espectral entre a vegetação e o solo, tem os efeitos de iluminação, declividade da superfície e geometria de “visada” parcialmente compensados pelo índice (CÂMARA et al., 1996).

### 3.4.3 Composição Multiespectral Ajustada-CMA (b3 + IVDN + b1)

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 vinda da equação 3.1. Na fonte azul (B) a banda 1; nesta combinação, as áreas de alto valor de IVDN aparecerão em verde (presença de vegetação) e as áreas de baixa ocorrências de IVDN aparecerão em magenta ou ciano, indicando a presença de solos expostos e/ou com vegetação rala.

### 3.4.4 Classificação de padrões das imagens IVDN

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe. A classificação de padrões é dividida pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e mapeamento (MOREIRA, 2004). Para realizar a classificação utilizou-se o classificador Bhattacharrya, que utiliza amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para estas classes apontadas, ao final, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, associando o tema a classe temática, às classes temáticas definidas no banco de dados.

### 3.4.5 Análise das imagens digitais do TM/Landsat-5 para interpretação preliminar dos níveis de degradação das terras e das classes de cobertura vegetal

A metodologia consistiu em um enfoque dedutivo e comparativo na análise dos níveis de degradação e das classes de uso das terras, baseando-se na interpretação visual de imagens

digitais que tem por base o Método Sistemático desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982). Esta metodologia consiste em uma sequência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização das chaves fotointerpretativas.

A análise visual de imagens procede de um estudo comparativo entre as propriedades espectrais e textuais 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 (FERNANDES, 2010).

### **3.4.6 Classificação e geração do mapa das classes de cobertura vegetal**

A imagem classificada foi vetorizada, através da função mapeamento, o que permitiu fazer uma quantificação das diferentes classes de cobertura vegetal, solo e água (FEITOSA et al., 2010). Essa imagem foi editada e realizada o refinamento da classificação para eliminar a confusão de borda entre as imagens para homogeneização dos temas e para minimizar os erros de omissão e de comissão (FEITOSA et al., 2010; MORAES NETO, 2003).

A geração dos mapas foram realizadas no módulo SCARTA, gerando um arquivo e após editorado num programa gráfico, onde foram editados aspectos como título, tamanho, texto, escala, legenda e localização.

### **3.4.7 Trabalho de campo**

Este trabalho foi dividido em duas etapas, a primeira foi feito o reconhecimento de campo, onde foram identificadas as questões ambientais, para subsidiar a fotointerpretação e o processamento digital de imagens, fazendo-se descrições da paisagem, registro fotográficos e o georreferenciamento dos pontos, Tabela 3.2. Esta etapa consistiu em detalhar a realidade da área de estudo, com observações pontuais sobre os níveis de degradação das terras (muito baixo, baixo, moderado, moderado grave e grave) e das classes de cobertura vegetal (densa, semi-densa, semi-rala, rala e solo exposto).

Tabela 3.2: Pontos georreferenciados.

Ponto	Localização Geográfica	Classe Vegetação	Espécies	Solo	Pedregosidade
1	7°28'25,1"S e 36°15'58,5"W	Agricultura	Palma	TCo	Poucas
2	7°28'53,8"S e 36°16'22,4"W	Densa	Algaroba	TCo	
3	7°28'38,3"S e 36°16'27,6"W	Solo Exposto		VCo	Poucas
4	7°28'33,1"S e 36°16'55"W	Agricultura	Frutas	TCo	Poucas
5	7°29'36,9"S e 36°17'11,4"W	Semi-Rala	Marmeleiro Faxeiro/Jurema Algaroba	RLe	Muitas
6	7°31'28,9"S e 36°19'52"W	Semi-Rala	Umburana	TCo	Poucas
7	7°28'7,2"S e 36°19'9,7"W	Rala	Marmeleiro Pinhão	TCo	Pavimento Desertico
8	7°27'53,4"S e 36°20'24,2"W	Solo	Exposto	TCo	Poucas
9	7°28'7,2"S e 36°15'0"W	Solo	Exposto	TCo	Muitas

### 3.4.8 Índice de aridez

Os dados utilizados nesta pesquisa foram fornecidos pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) e se referem aos valores médios mensais de precipitação e temperatura do ar, no período de janeiro de 1981 a dezembro de 2010 (30 anos) para o município de Cabaceiras-PB.

Uma vez que não se dispõe de dados de temperatura do ar para a área a ser estudada foram feitas estimativas por meio de regressões múltiplas através do *software* Estima-T, disponível na página da UACA (Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas) - UFCG (Universidade Federal de Campina Grande), levando em conta a latitude, longitude e altitude.

#### Cálculo do índice de aridez

Para determinar o índice de aridez,  $I_a$  (UNEP, 1991), de um determinado local deve-se inicialmente obter o total anual de precipitação  $P_r$  e estimativa da evapotranspiração potencial  $ET_p$ . Neste estudo calculada pelo método de Thornthwaite e Mather (1955). Sendo a equação  $I_a$  dada por:

$$I_a = \frac{P_r}{ET_p} \quad (3.2)$$

em que:  $I_a$  representa o índice de aridez,  $P_r$  corresponde a precipitação pluviométrica e  $ET_p$  a evapotranspiração potencial.

A estrutura do cálculo abordada neste trabalho originou-se da aplicação do *software* elaborado por Silva et al (2005), que deu a origem ao SEVAP (Sistema de Estimativa da Evapotranspiração) desenvolvido na UFCG.

A partir do cálculo do índice de aridez foram determinados os riscos à desertificação, assim como, a classificação climática que delimitam as zonas climáticas estabelecidas pela

UNEP (1991), estão expressa na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Classificação climática em função do índice de aridez.

Classe Climática	$I_a$
Hiper-árido	< 0,03
Árido	0,03 – 0,20
Semiárido	0,21 – 0,50
Subúmido seco	0,51 – 0,61
Subúmido e úmido	> 0,65

Fonte: (UNEP, 1991).

### Risco à desertificação

Os riscos à desertificação para o município de Cabaceiras-PB foi determinada a partir da classificação apontada pelo Plano Nacional de Combate à Desertificação, de acordo com as três categorias que variam em conformidade com uma escala do índice de aridez Tabela 3.4.

De posse dos índices de aridez tem-se a classificação dos riscos de desertificação, correspondente aos valores dos índices de aridez encontrados, a saber:

Tabela 3.4: Níveis de riscos à desertificação a partir do índice de aridez.

Índice de aridez	Grau de riscos aos processos de desertificação
0,05 até 0,20	Muito alto
0,21 até 0,50	Alta
0,51 até 0,65	Moderado

Fonte: (MATALLO JÚNIOR, 2003).

### 3.4.9 Diagnóstico socioeconômico e ambiental (Vulnerabilidade)

A metodologia aplicada para o diagnóstico socioeconômico e ambiental é advinda de Rocha (1997) para o Rio Grande do Sul e adaptada por Araújo (2010), Silva (2002), Moraes Neto (2003), Sousa (2007) para o semiárido paraibano. O estudo consistiu em um levantamento das famílias rurais a partir do qual se definiu suas vulnerabilidades. Esta metodologia responde sobre o resultado levantado dos fatores vulnerabilidade (social, econômica, tecnológica e hídrica), da população rural de Cabaceiras e das respectivas variáveis:

- Fator vulnerabilidade social: demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas e salubridade rural;
- Fator vulnerabilidade econômica: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, comercialização, crédito e rendimento;
- Fator vulnerabilidade tecnológica: uso de tecnologia e máquinas;

- Fator vulnerabilidade hídrica: recursos hídricos, produção, manejo da caatinga, armazenamento, redução de rebanho, ocupação nas estiagens e administração rural.

O cálculo da vulnerabilidade se dá a partir do levantamento de uma série de fatores sociais, econômicos, ambientais, tecnológicos e climáticos. Esses levantamentos são feitos junto a população rural, através da aplicação de questionário às famílias, partindo-se do princípio que a principal atividade do campo é a agricultura familiar.

O diagnóstico foi realizado a partir da aplicação de questionários (ANEXO I), considerando os valores de referência (ANEXO II) e contou com apoio da Secretaria Municipal de Saúde que disponibilizou Agentes Comunitários de Saúde para a realização deste trabalho. A escolha dos Agentes de Saúde nesta pesquisa deve-se ao fato destes terem uma relação direta com a população. Portanto, condiciona uma melhor confiabilidade nas respostas dos entrevistados e por serem eles conhecedor da estrutura familiar dessa população.

Os questionários foram aplicados por amostragem (10% do total das famílias residentes na zona rural), considerando cinco pessoas para cada família. Sendo assim, foram aplicados 54 (cinquenta e quatro) questionários às famílias rurais de Cabaceiras, no entanto por motivos particulares algumas famílias não responderam às questões. Portanto, 48 (quarenta e oito) questionários foram aproveitados.

Na determinação das vulnerabilidades (Tabela 3.5) foi utilizada a classificação sugerida por Barbosa (1997), dividida em quatro classes, as quais variam de zero (vulnerabilidade nula) a 100% (vulnerabilidade máxima).

Tabela 3.5: Classes de vulnerabilidade.

<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muito alta</b>
de 0% a 15%	16% a 30%	de 31% a 45%	> 45%

Fonte: (BARBOSA, 1997).

A classe baixa corresponde ao nível de vulnerabilidade desejável, onde as famílias possuem uma maior capacidade de suporte e superação diante das dificuldades. A classe moderada é um estado intermediário entre as classes baixa e alta, onde as famílias apesar de serem negativamente afetadas pelos efeitos climáticos, teriam uma capacidade de suportar os prejuízos, enquadrados na classe alta. Quanto às classes alta e muito alta caracterizam o estado de vulnerabilidade mais indesejáveis, onde as famílias possuem a menor capacidade de suporte e superação.

O Valor Significativo Encontrado  $y$  foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrado em cada item das variáveis. O Valor Mínimo  $x$  foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) da cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade. O parâmetro de determinação dos fatores de vulnerabilidade foi calculado utilizando a equação (3.3).



$$V = ax + b \quad (3.3)$$

onde,  $V$  é a vulnerabilidade variando de zero (nula) até 100 (máxima);  $a$  e  $b$  são constantes para cada fator e  $x$  é o valor significativo encontrado.

# Capítulo 4

## Resultados e discussões

### 4.1 Análises da Composição Multiespectral Ajustada

Para entender a dinâmica do processo de desertificação em Cabaceiras foi realizado uma análise visual comparativa das Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA). Esta técnica é eficiente e prática para o estudo do comportamento espaço temporal dos efeitos devastadores da ação antrópica sobre o meio ambiente. Através desta técnica pode-se ter uma visão mais detalhada da evolução do processo de desertificação. As comparações dessas imagens datam o período de passagem do satélite Landsat-5 09/05/1987 (Figura 4.1) e 28/10/2009 (Figura 4.2).

Na CMA, percebe-se que houve diminuição das classes de vegetação, a principal causa é a exploração dos recursos naturais sem planejamento. A falta de políticas públicas acentua os problemas da camada mais carente da população, principalmente da zona rural, que necessita explorar tais recursos. As atividades mais comuns são a retirada de madeiras, seguidas de práticas inadequadas de agricultar a terra, como por exemplo as queimadas, e pecuária extensiva. Tais atividades têm contribuído para acelerar o processo de degradação no município.

Nas imagens observa-se na cor verde as áreas com cobertura vegetal e a cor magenta representa as áreas de solo expostos ou com vegetação rala. Tais resultados apontam perda de vegetação. Na Figura 4.1, pode-se observar que o município de Cabaceiras apresenta variações espaciais significativas da cobertura vegetal representada pelos tons de verde. Na Figura 4.2, a quantidade de solo exposto ou com vegetação rala aumentaram significativamente. É mostrado na imagem (2009) uma degradação acentuada. Essa degradação é resultado da ação antrópica no ecossistema. A população da zona rural de Cabaceiras é desprovida de conhecimentos técnicos e de incentivos, o que torna mais intenso os problemas ambientais. A degradação ambiental é resultado da alta vulnerabilidade que essa população vive.

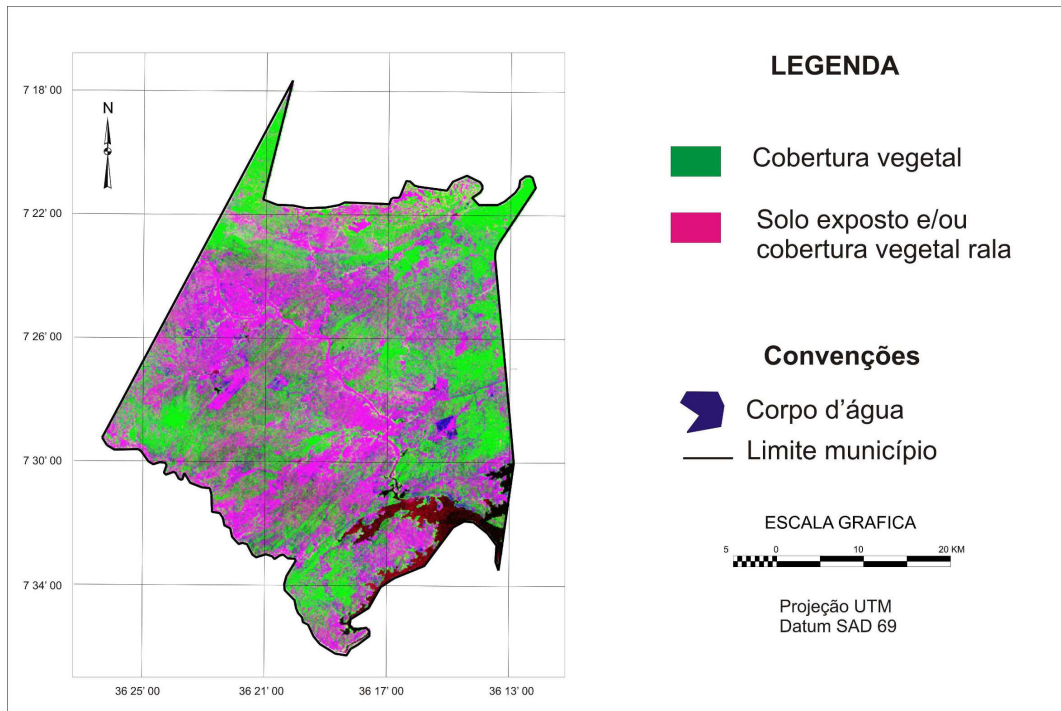


Figura 4.1: Composição Multiespectral Ajustada. Data de passagem 09/05/1987.

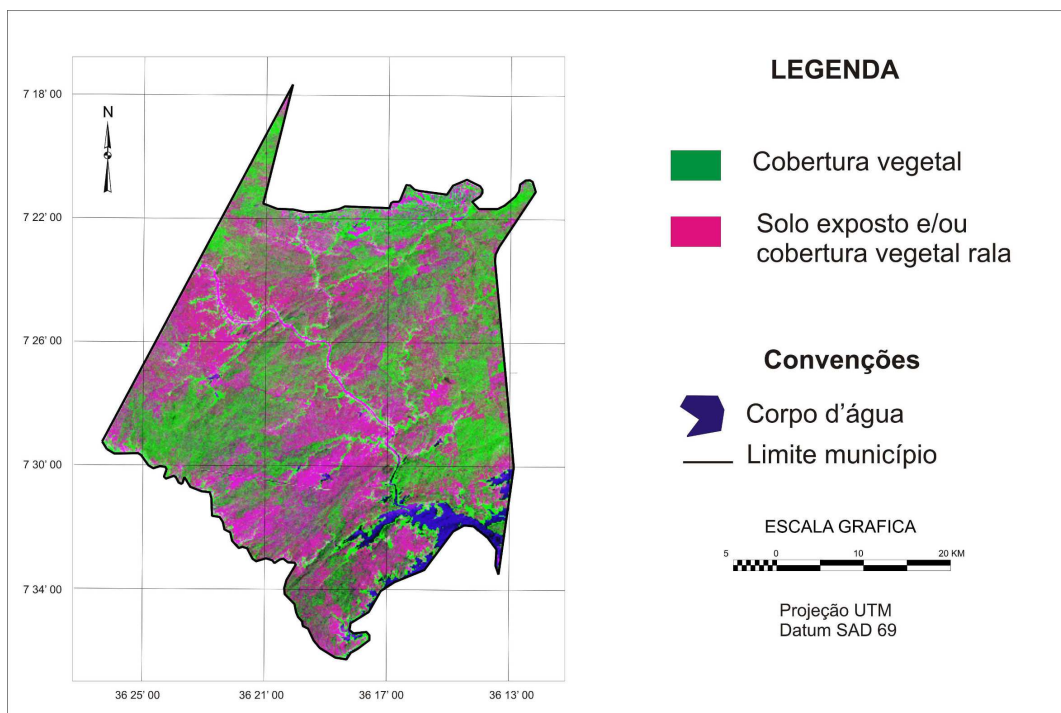


Figura 4.2: Composição Multiespectral Ajustada. Data de passagem 28/10/2009.

Na pesquisa de campo foi observado um alto índice de degradação ambiental. A degradação é causada pela retirada da vegetação de modo insustentável. A população rural de Cabeceiras utiliza indiscriminadamente os recursos florestais da caatinga. Percebe-se nas Figuras 4.3 a e b focos de queimadas, supressão de vegetal para fabricação de tijolos e carvão.



Figura 4.3: Característica do nível de degradação Moderada: (a) 7°28'38,3"S e (b) 36°16'27,6" W.

## 4.2 Análise das classes de cobertura vegetal e uso da terra

A cobertura vegetal é importante para que o solo não fique vulnerável à degradação. Nas Figuras 4.4 e 4.5 observa-se nas imagens muitas áreas com solo exposto e com vegetação rala. A extração de madeira, para produzir lenha/carvão e as queimadas no preparo do solo para o plantio de sequeiro, têm contribuído para a redução da cobertura vegetal.

As classes de vegetação: semi-rala e solo exposto aumentaram seus valores nos últimos vinte e dois anos, quanto as classes: densa, semi-densa e rala diminuíram conforme os mapas que representam a distribuição espaciais das cinco classes de vegetação definida para a área.

Os dados indicam que em 1987 a área coberta por vegetação densa era de 7,02 km<sup>2</sup>, em 2009 essa classe vegetação foi reduzida para 4,5 km<sup>2</sup> com uma perda de 35,9% Tabela 4.1. Ao observar no mapa de 1987 onde a vegetação é densa, pode perceber que essa classe passou para a classe semi-densa e semi-rala. Por sua vez, a área de vegetação semi-densa que representava uma área de 84,81km<sup>2</sup> em 1987 passou a representar uma área de 53,34 km<sup>2</sup>, representando um desvio de 37,11% da área dessa classe. O processo de exploração das terras tem levado a dizimação de matas nativas.

A área da classe de vegetação rala houve decréscimo de 7,61%, enquanto que a classe de solo exposto representava uma área de 34,96 km<sup>2</sup> em 1987 passou a representar uma área de 47,74 km<sup>2</sup> em 2009, um acréscimo de 36,56%. Esses resultados são preocupantes, as classes de cobertura vegetal semi-rala, rala e solo exposto tendem a aumentar.

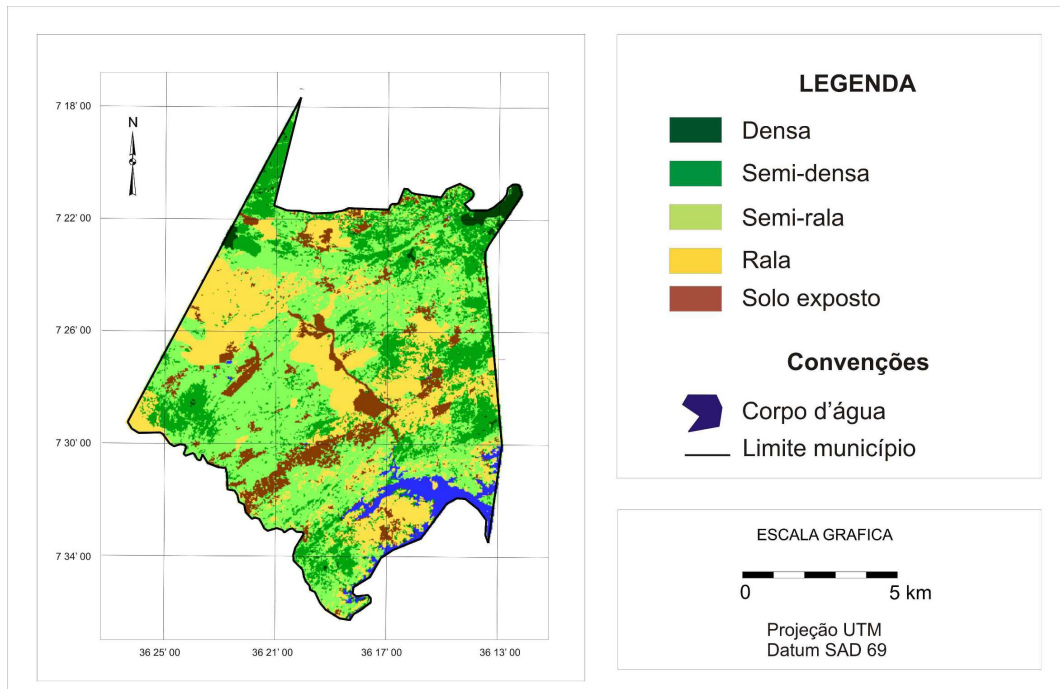


Figura 4.4: Mapa digital das classes de cobertura vegetal em Cabaceiras-PB, 1987.

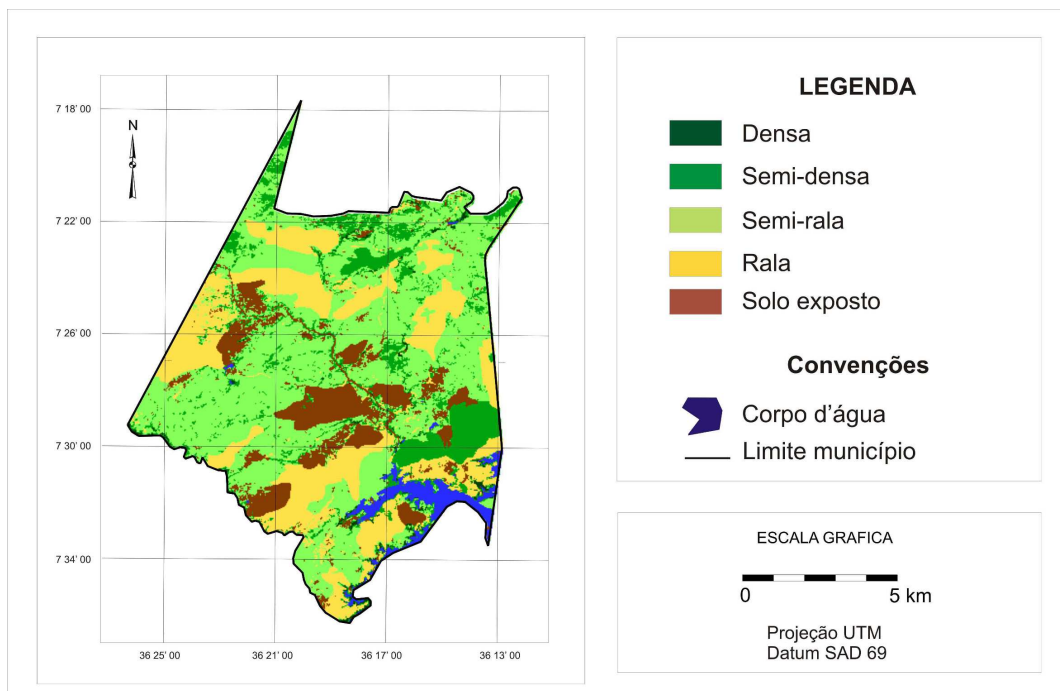


Figura 4.5: Mapa digital das classes de cobertura vegetal em Cabaceiras-PB 2009.

Tabela 4.1: Áreas das classes de vegetação.

Classes de Vegetação	1987 km <sup>2</sup>	%	2009 km <sup>2</sup>	%	Desvio %
Densa	7,02	1,75	4,50	1,12	- 35,9
Semi-densa	84,81	21,19	53,34	13,33	-37,11
Semi-rala	161,30	40,30	190,58	47,62	+18,15
Rala	100,01	25,0	92,40	23,01	-7,61
Solo Exposto	34,96	8,74	47,74	11,93	+36,56

Ao longo dos 22 anos, pode-se notar que houve uma diminuição da classe densa e semi-densa, passando respectivamente para as classes semi-rala e rala. Comparando os dois mapas nos anos considerados no estudo observa-se que no nordeste do município, entre a latitude sul 7°22'00" e longitude oeste 36°13'00", houve uma diminuição significativa da vegetação densa. Na pesquisa de campo foi encontrado algaroba (planta exótica que se adaptou ao clima semiárido), nas áreas de várzeas ao longo do rio Taperoá Figuras 4.6 (a) 4.6 (b).



Figura 4.6: Algaroba (*Prosopis Juliflora*): (a) 7°28'25,1"S e (b) 36°16'22,4"W.

### 4.3 Análise dos níveis de degradação das terras

Os dados dos níveis de degradação das terras a partir da análise visual de imagens TM-LANDSAT, para Cabaceiras-PB, indicam que os riscos de desertificação já se consolidam, considerando os anos de 1987 e 2009. Neste estudo, foram caracterizados cinco níveis de degradação das terras, a saber: muito baixo, baixo, moderado, moderado grave e grave.

O comportamento evolutivo dos níveis de degradação das terras apresentam variações significativas ao longo do intervalo de tempo. No mapa dos níveis de degradação das terras de 1987, Figura 4.7, observa-se que o nível de degradação muito baixo está concentrado no nordeste do município, o que representa uma área de 6,35 km<sup>2</sup>. Nesta mesma área em 2009, Figura

4.8, esse mesmo nível obteve uma redução de 46,30% (Tabela 4.2, que passou a representar os níveis de degradação das terras baixo e moderado.

O nível baixo de degradação representava em 1987 uma área de 67,56 km<sup>2</sup> e em 2009 passou a representar 66,10 km<sup>2</sup> com uma redução de 2,16%. O nível moderado em 1987 representava 182,85 km<sup>2</sup> e em 2009 passou a representar uma área de 155,57 km<sup>2</sup>. Em 1987 nível de degradação moderado grave representava uma área de 121,51km<sup>2</sup> e em 2009 passou a representar uma área de 138,57 km<sup>2</sup> com um incremento de 14,04%. Quanto ao nível grave de degradação das terras é preocupante, em 1987 ocupava uma área de 11,40 km<sup>2</sup> que passou ocupar uma área de 25,86 km<sup>2</sup> com um aumento de 126,84% (Tabela 4.2. O nível de degradação grave localiza próximo às margens do rio Taperoá, por serem áreas agricultáveis na época das chuvas.

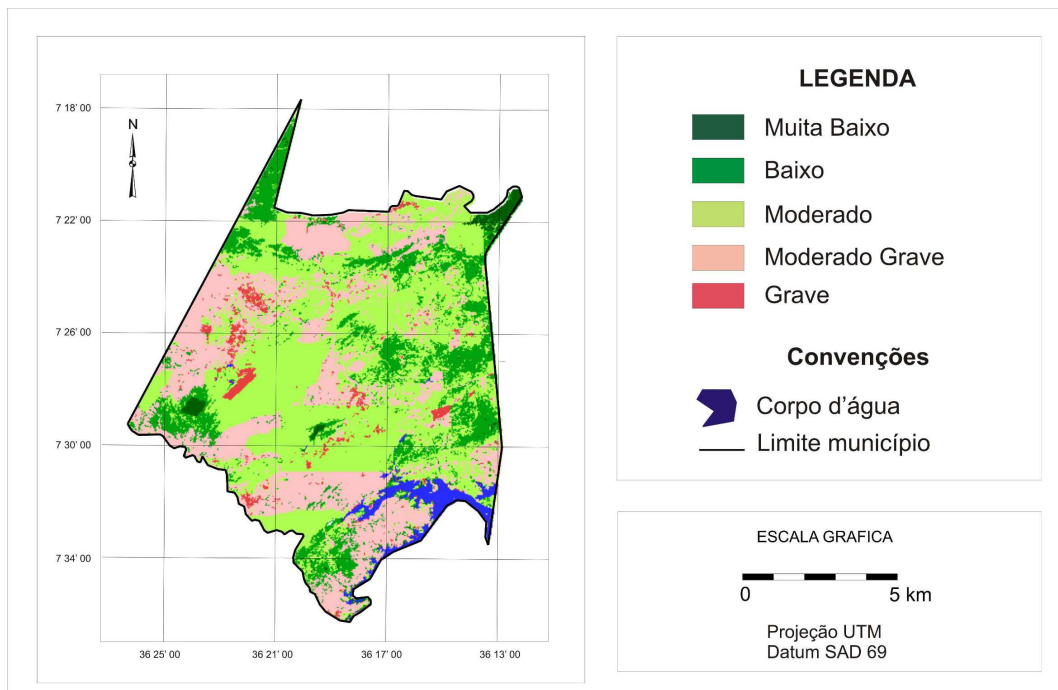


Figura 4.7: Mapa digital dos níveis de degradação das terras - 1987.

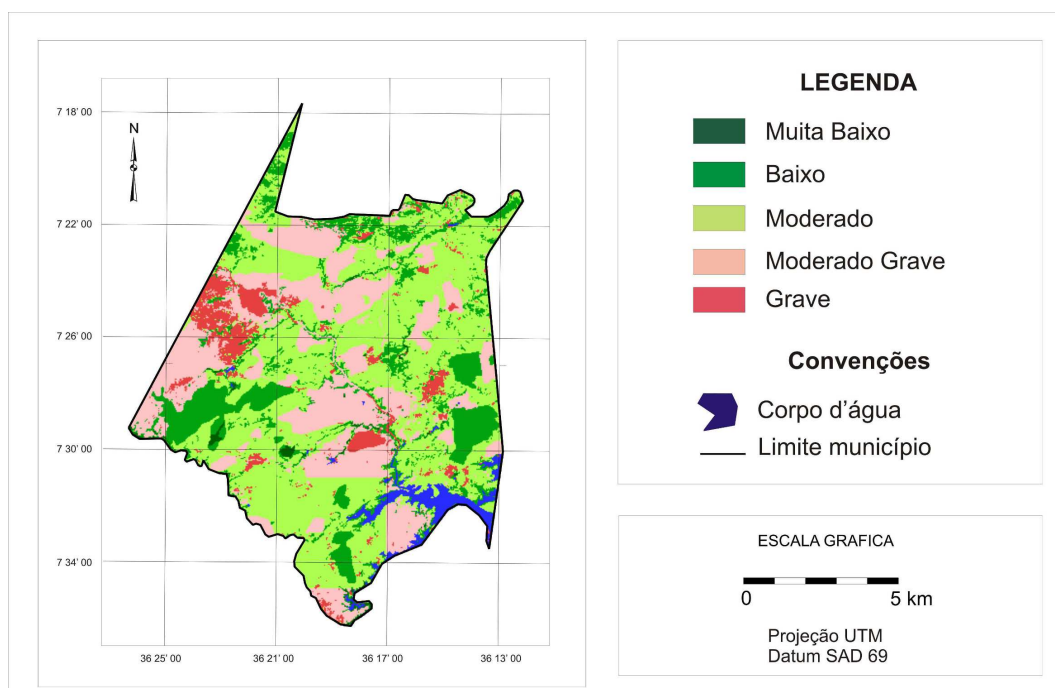


Figura 4.8: Mapa digital dos níveis de degradação das terras - 2009.

Tabela 4.2: Níveis de degradação das terras no município de Cabaceiras 1987-2009.

Níveis de degradação das terras	1987 km <sup>2</sup>	%	2009 km <sup>2</sup>	%	Desvio %
Muito baixa	6,35	1,58	3,41	0,85	- 46,30
Baixa	67,56	16,90	66,10	16,52	-2,16
Moderada	182,85	45,69	155,57	38,87	- 14,91
Moderada grave	121,51	30,36	138,57	34,62	+14,04
Grave	11,40	2,85	25,86	6,46	+126,84

Os resultados obtidos com os mapas digitais dos níveis de degradação das terras, com base em imagens e complementado com o trabalho de campo, revelam que ocorreram variações significativas na degradação das terras da área onde ocorreu o estudo.

A característica dos níveis de degradação das terras muito baixo é a uniformidade da cobertura vegetal. Esse nível deve-se ao difícil acesso do homem nessas áreas devido as condições geológicas com relevo acidentados. A vegetação predominante é do tipo arbustiva com alguns exemplares arbóreos 4.9. As imagens foram obtidas na época da estiagem, isso explica a característica seca da vegetação, com exceção das algarobas, que mesmo na estiagem apresentam folhagem verdes. A caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, no qual Cabaceiras faz parte. A sua principal característica é a paisagem acidentada durante o período de estiagem. As plantas perdem as folhas e os troncos tornam-se esbranquiçados e secos. No período chuvoso voltam a florescer com vigor e beleza.





Figura 4.9: Característica do nível de degradação muito baixa: (a)  $7^{\circ}29'36,9''S$  e (b)  $36^{\circ}17'11,4''W$ .

O nível de degradação baixo é caracterizado pela baixa intervenção antrópica, a densidade da vegetação é de média a alta e de porte arbustivo de médio a alto. As espécies encontradas foram: marmeleiro, faxeiro, jurema e algaroba, sendo essa última não nativa (fotos das Figuras 4.10 (a) e 4.10 (b)). A redução da classe de degradação baixa se explica pelo desmatamento e pela criação extensiva da caprinocultura.



Figura 4.10: Característica do nível de degradação Baixa: (a)  $7^{\circ}31'28,9''S$  e (b)  $36^{\circ}19'52''W$ .

Nas terras com nível de degradação moderado desenvolve a agricultura. Na Figura 4.9 (a), observa-se uma plantação de palma forrageira e na Figura 4.11 (b), desenvolve a fruticultura.



Figura 4.11: Característica do nível de degradação Moderada: (a)  $7^{\circ}28'25,15''S/ 36^{\circ}15'58,5''W$  e (b)  $7^{\circ}28'33,1''S/ 36^{\circ}16'55''W$ .

Nas áreas de níveis de degradação das terras moderada grave a vegetação é rala e/ou arbustiva. Observa-se a presença de algumas espécies como a Jurema, o Marmeleiro, Algaroba, Pereiro, cactáceas e entre outras (Figuras 4.12 (a) e 4.12 (b)). Observa-se também a presença de solos expostos com bastante pedregosidade. Muitos agricultores realizam queimadas (um dos indicadores utilizados para identificar as áreas de níveis de degradação moderado grave), para facilitar a limpeza da área para o plantio. Essa prática é realizada sem nenhuma orientação técnica. A maioria dos agricultores não sabe que essa prática traz prejuízo ao solo, que perde seus nutrientes.



Figura 4.12: Característica do nível de degradação Moderada Grave: (a)  $7^{\circ}27'53''S/ 36^{\circ}2'24,2''W$  e (b)  $7^{\circ}28'7,2''S/ 36^{\circ}15'00''W$ .

A presença de solo exposto é definida neste trabalho como sendo grave, um estágio avançado do processo de desertificação. Este solo, como mostrado nas Figuras 4.13 (a) e 4.13 (b)) apresenta um relevo suave ondulado, praticamente sem vegetação o que facilita o seu lixiviamento. A consequência deste processo, devido o solo Neossolo Litólico da Caatinga, é

o afloramento das rochas. Portanto, o solo torna-se improdutivo, característica marcante da consolidação desse processo.

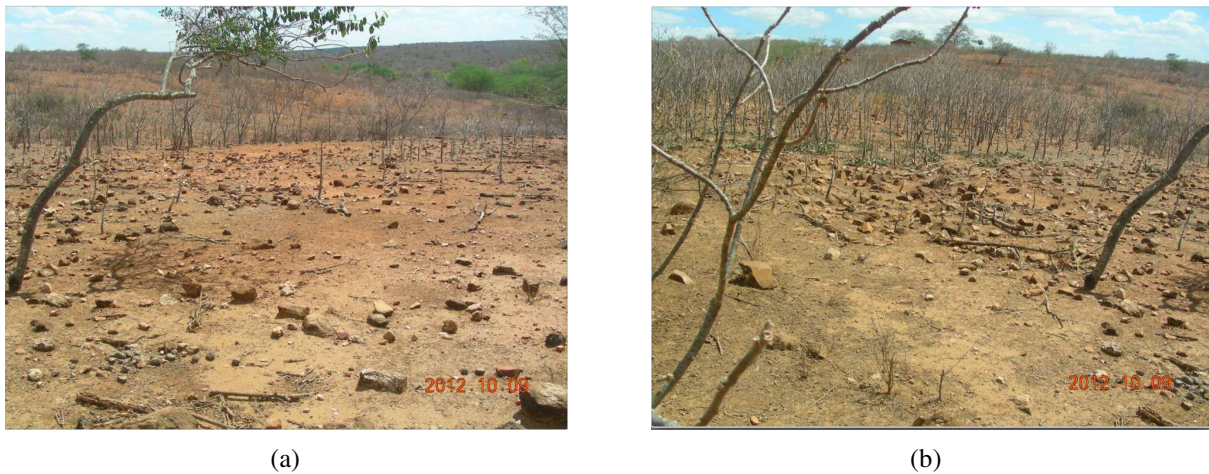


Figura 4.13: Presença de pavimento desértico - solo exposto: (a)  $7^{\circ}28'7,2''S$  e (b)  $36^{\circ}19'9,7''W$ .

Durante o trabalho de campo, verificou-se que na área de estudo, o processo de desertificação está acentuado, de forma a se identificar a ocorrência de erosões dos solos nas suas diversas formas (laminar, sulcos e voçorocas). Também pôde ser observado que grande parte das terras agricultáveis já foi perdida e que os níveis de degradação variam de baixo à grave.

#### 4.4 O Índice de aridez para Cabaceiras-PB

Os índices de aridez encontrados foram analisados de acordo com a classificação climática estabelecida pela UNEP (1991) Tabela 3.3. Quanto aos riscos à desertificação para a área de estudo foi determinada a partir da classificação do Plano Nacional de Combate a Desertificação (MATALLO JÚNIOR, 2003).

Comparando-se o índice de aridez entre os anos de 1987 (0,17) e 2009 (0,53) observa-se que o ano de 1987 foi mais seco do que 2009, Figura 4.14. Do ponto de vista de vários estudiosos desta temática, o índice de aridez é um dos fatores determinante para desencadear o processo de desertificação. As áreas que apresentam alto risco a esse processo estão entre os índices 0,21 a 0,51. Portanto, do ponto de vista climático Cabaceiras se enquadra neste contexto, obtendo um índice de 0,32 Tabela 3.4.

Na Figura 4.14, observa-se as variações dos índices de aridez para o período de 1981 a 2010. Destaca-se os anos de 1983 (0,17); 1987 (0,17); 1993 (0,05) e 1999 (0,20), nos quais, ocorreram os menores índices de aridez. Vale ressaltar, que quanto menor o valor do índice, maior será o caráter árido do local. Para os anos de 1986 (0,49); 2000 (0,52); 2004 (0,52) e 2009 (0,53) ocorreram os maiores índices, caracterizando os anos mais chuvosos.

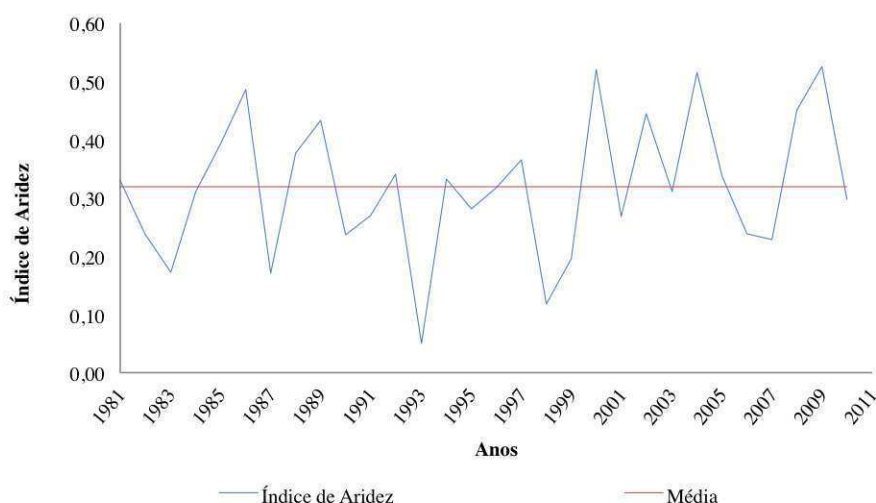


Figura 4.14: Índice de aridez dos últimos 30 anos para Cabaceiras.

Uma das características marcantes de Cabaceiras é a presença do déficit hídrico. Isto significa que a quantidade de chuva é menor do que a água que evapora, numa proporção de três para um, ou seja, a quantidade de água que evapora é três vezes maior do que a de chuva que cai, além disso, as chuvas são irregulares, com ciclos de estiagem longos. Durante essa época a média pluviométrica pode chegar perto dos 200 mm anuais (FRANCISCO, 2013). Daí, a importância de armazenar a água da chuva adequadamente.

Para contrapor as questões do semiárido nordestino, inclusive Cabaceiras, a Califórnia, Estado americano, possui tipos de clima variados, um desses é o semiárido com precipitações médias anuais inferiores a 300 mm. A Califórnia é, entretanto, considerado o primeiro Estado agrícola do país, graças à irrigação praticada em grande escala e com tecnologia de ponta. Esse Estado é um dos primeiros produtores de frutos do mundo, além de culturas como: algodão, beterraba, batata e arroz. O Estado de Nebraska também nos Estados Unidos dominado pela aridez, tem mais áreas irrigadas do que mesmo a Califórnia (COELHO, 2012). Os Estados americanos Califórnia e Nebraska ambos de clima semiárido, são regiões ricas em produção agrícola, tendo menos chuvas que o semiárido nordestino. Os norte americanos fazem adução das águas do rio Colorado para as regiões de produção agrícola.

Pergunta-se, porque na Califórnia, regiões de terras áridas, com precipitações inferiores a de Cabaceiras é uma região rica em produção agrícola? Para responder a essa pergunta é preciso levar em consideração o nível de escolaridade. O Estado da Califórnia foi um dos líderes do movimento do ensino médio e educação universitária para todos (DOUGLAS, 2010). Sem contar com a vontade política.

Ao contrário das políticas brasileiras, que tiram proveito a custo da miséria, usando a seca como a culpada de tudo, ao invés de investir na educação. Concordando com Barbosa (2011), o problema do semiárido é mais político do que mesmo social. Cabaceiras é o retrato

do semiárido, as famílias que vivem na zona rural, quando não são analfabetas, possuem nível de escolaridade baixíssimo, ou seja, a maioria dos cabaceirenses são analfabetos funcionais. Como esperar prosperidade dessa maneira?

A Califórnia (estado americano) e Cabaceiras ambos possuem índices pluviométricos abaixo da média. A diferença é que na Califórnia há educação e interesse político e em Cabaceira quase não há educação e nem vontade política. Além disso, a seca sempre foi um bom negócio para as oligarquias. Oligarquias estas, que se utilizam do flagelo da seca para obterem seus benefícios próprios.

Através do Balanço Hídrico Climatológico, realizado para Cabaceiras nos anos de 1987 e 2009, pode-se perceber que o ano de 1987 houve um déficit hídrico de 1.093,2 mm, considerado ano seco. Em 2009 obteve déficit de 619,4 mm. Sendo assim, mais chuvoso 4.15.

Para fins de análises das imagens, cujas datas de passagem do Landsat-5 09/05/1987 e 28/10/2009, não interferiram nos resultados, ambos os meses houve déficit hídrico equivalentes -103 mm e -105 mm. Portanto, coube considerar as imagens em períodos diferentes.

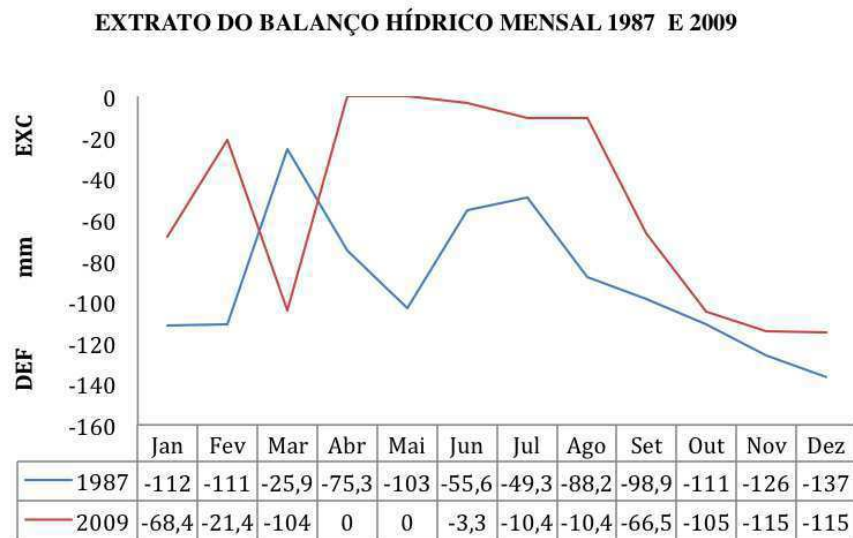


Figura 4.15: Deficiência hídrica para os anos de 1987 e 2009 em Cabaceiras.

## 4.5 Vulnerabilidades das famílias frente ao processo de degradação das terras

O estudo das vulnerabilidades constituiu-se no levantamento prévio da situação da população residente na zona rural de Cabaceiras-PB, no que diz respeito aos aspectos de ordem social, econômica, tecnológica e hídrica.

As vulnerabilidades apresentadas nesse estudo, mesmo em escala pequena, permite vislumbrar as condições socioeconômicas e ambientais da população da zona rural. A atual situa-

ção de abandono em que se encontram algumas famílias caracteriza uma alta fragilidade econômica, constatada pela dependência das políticas de erradicação de pobreza, tais como: bolsa família, bolsa estiagem e entre outros programas assistencialistas. Os resultados encontrados significam que as famílias, em sua maioria, possuem um índice de vulnerabilidade bastante elevado.

A pobreza extrema da população com longos períodos de estiagem tem diminuído ainda mais a produtividade dos pequenos agricultores do município. A insustentabilidade da atividade humana com práticas inadequadas de manejo de solo e queimadas converte a vegetação remanescente em culturas de ciclo curto. O corte de madeira para lenha e a criação de caprinos e bovinos têm contribuído para a degradação ambiental.

A análise da vulnerabilidade social realizada através do trabalho em campo com a aplicação de questionários permitiu diagnosticar o quadro socioeconômico e ambiental da população rural do município em estudo (Figura 4.16). O valor encontrado de 29,2% se enquadra na classe de vulnerabilidade moderada (16%-30%).

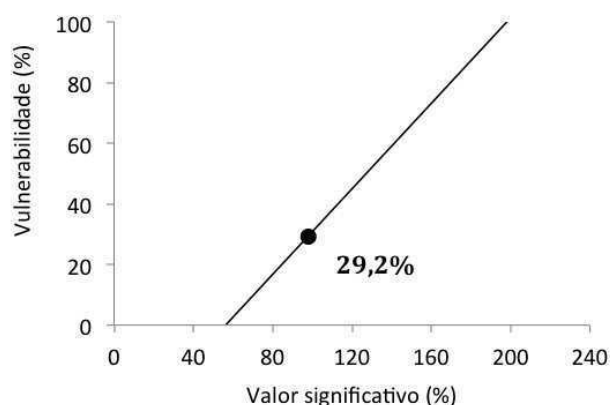


Figura 4.16: Gráfico da vulnerabilidade social.

Este resultado remete as condições que são impostas à população rural. Informações adicionais são necessárias para melhor entendimento da Moderada Vulnerabilidade Social a qual é acometida a população, tais como: faixa etária, escolaridade, tipo de habitação, fogão, água consumida, esgoto, eliminação do lixo, salubridade rural e eletrodoméstico.

Na Figura 4.17, observa-se as faixas etárias dos moradores da zona rural, cujo maior percentual de 42% encontra-se com idades entre 26 a 64 anos (faixa mais produtiva) e menores valores com percentual de 7,4% para a faixa etária de 15 a 18 anos (adolescentes). Outro ponto relevante em relação à idade da população rural é o percentual de idosos, que chega a atingir 15,3%, os quais sustentam suas famílias com suas aposentadorias.

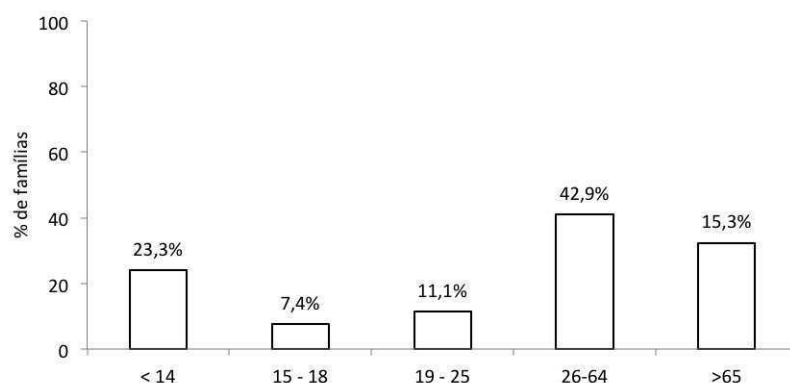


Figura 4.17: Faixa etária da população rural.

A escolaridade da comunidade é bem diversificada (Figura 4.18) com 2% de analfabetos; 37% até o 5º ano; 16,6% até 9º ano; 31,1% ensino médio incompleto; 9,3% ensino médio completo; 1,3% superior incompleto e 2,6% superior completo. Tal resultado mostra um grau de escolaridade muito baixo para os habitantes da zona rural, revelando que apenas 9,3% dos entrevistados possuem o ensino médio completo. Evidencia-se assim, um problema social grave, uma vez que, a população não possui conhecimento e nem informação necessária para as tomadas de decisões e gerenciamento local.

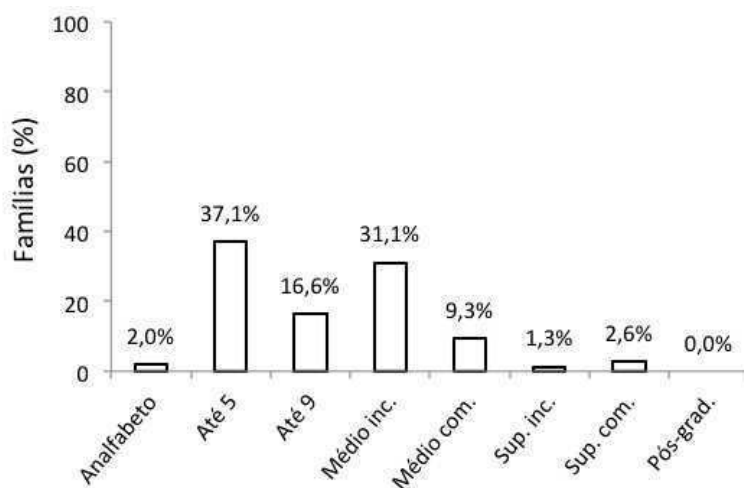


Figura 4.18: Grau de escolaridade da população rural.

O tipo de habitação (Figura 4.19) predominante é de casas de alvenaria em bom estado 75%. Tais valores indicam que a comunidade possui habitações consideradas no padrão em sua maioria, evidenciando boa habitação para uma população rural.

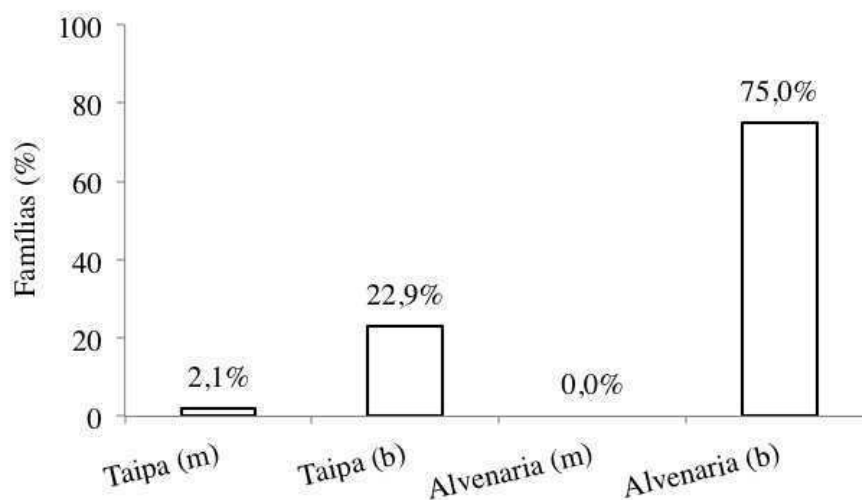


Figura 4.19: Condições de moradia da população.

Dentre as famílias pesquisadas 68,8% utilizam lenha, carvão e gás para cozinhar; 25% usam gás; e apenas 6,3% usam lenha e carvão (Figura 4.20).

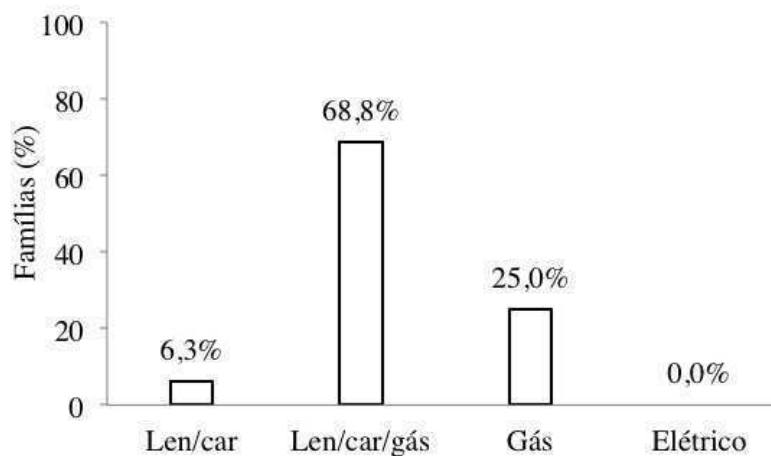


Figura 4.20: Fontes de energia utilizada para a cocção dos alimentos.

Segundo os entrevistados, 85,4% da água consumida é potável e 14,6% não potável o que demonstra uma preocupação, colocando em risco a saúde da população (Figura 4.21).



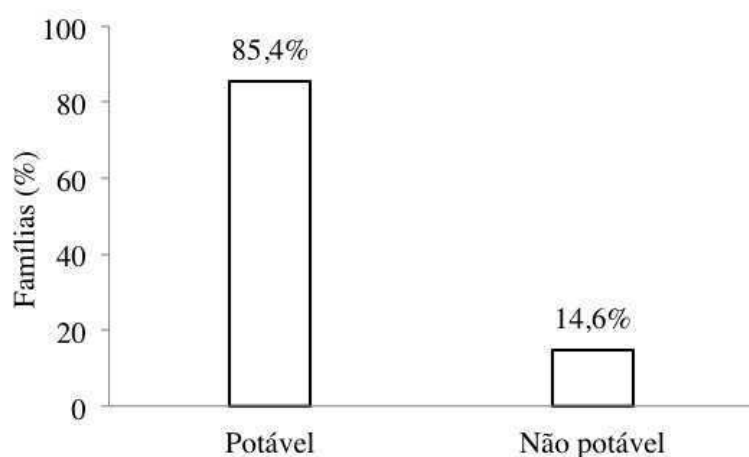


Figura 4.21: Tipo de água consumida pela população rural.

Quanto ao esgoto (Figura 4.22), as condições são mais preocupantes, 79,2% utilizam fossa e 20,8% fazem eliminação livre, que podem causar sérios danos ao meio e a saúde dos mesmos.

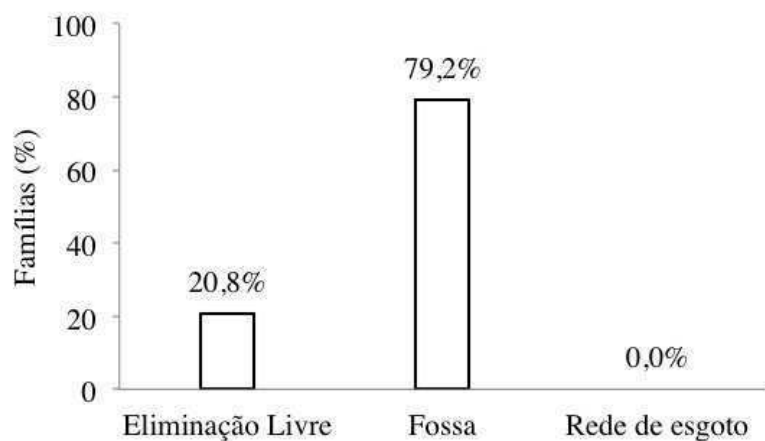


Figura 4.22: Tipo de saneamento.

De forma similar, na Figura 4.23 observa-se a eliminação do lixo gerado pela comunidade rural, no qual 95,8% é enterrado e/ou queimado; 4,2% tem a eliminação livre. Daí a necessidade de sensibilizar a população frente aos riscos a que estão expostas, em função da forma de esgotamento e eliminação do lixo, pois além de causar sérios danos à saúde, de uma forma geral, causam impactos permanentes ao meio ambiente.

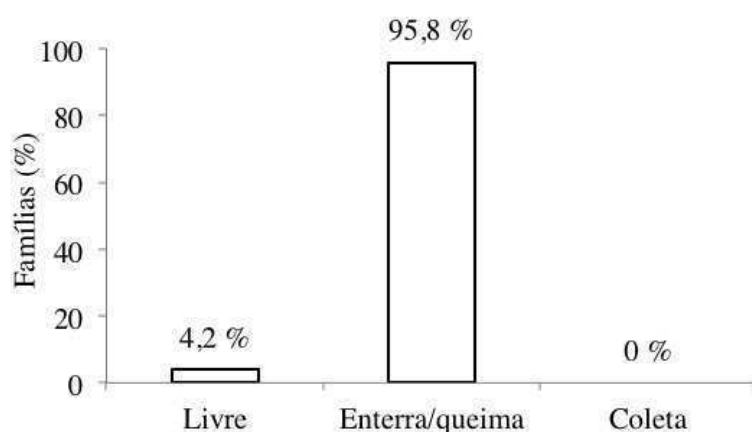


Figura 4.23: Forma de eliminação do lixo.

Diretamente ligada ao sistema de esgoto sanitário e à eliminação do lixo está a salubridade rural (Tabela 4.3), a partir da qual, pode-se observar a infestação por nematóides, cupins, formigas, vermes, doenças em animais (principais doenças: diarreia, verminoses, calazar) e mosca do chifre que varia de inexistente a alta. Enquanto que as doenças nas pessoas (principais doenças: pressão alta, doença no coração, gripe, verminose, anemia, dengue, sinusite) variam de inexistente a baixa. Os piolhos e fungos a maioria inexistente. Não foi verificado surto de febre aftosa. O combate às pragas domésticas, tais como, ratos, baratas, aranhas, moscas, formigas e pernilongos é realizado sempre pela maioria das famílias.

Tabela 4.3: Salubridade rural da população rural de Cabaceiras.

Salubridade rural	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Nematóides	18	20	0	0
Cupins	10	18	9	6
Formigas	3	20	14	8
Doenças vegetais	10	25	6	0
Vermes / carrapatos	13	19	7	4
Mosca do chifre	15	14	3	11
Doenças nos animais	11	25	4	0
Doenças nas pessoas	38	5	0	0
Piolho / fungos	41	1	0	0
Doenças nos animais	11	25	4	0
	<b>Sim</b>		<b>Não</b>	
Pragas domésticas	29		8	
Febre aftosa	0		48	

Outro ponto importante em relação ao Moderado aspecto social da população é em relação ao uso de eletrodomésticos (Figura 4.24), pois 87,1% possuem geladeiras, 93,5% televisão, 41,9% DVD/Vídeo e 85,5% Rádio. Portanto, isso revela que a população rural da atualidade

vive em melhores condições em relação a décadas passadas.

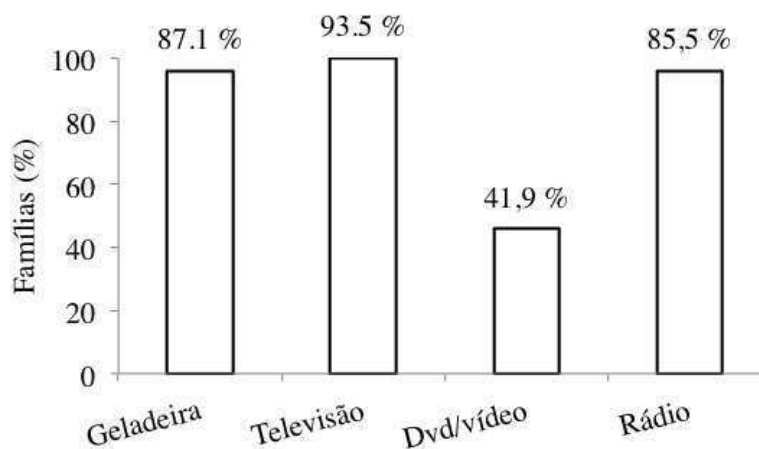


Figura 4.24: Tipos de aparelho elétrico nas residências.

Tendo em vista todas essas considerações as quais estabelecem a Moderada situação da Vulnerabilidade Social da população da zona rural de Cabaceiras, faz necessário a implementação de políticas públicas mais adequadas para a fixação do homem no campo. Para isso é preciso que haja condições possíveis de sobrevivência nas áreas de saúde, educação e assistência social, vislumbrando uma melhor qualidade de vida. A situação social da população rural do município em estudo é relativamente boa devido aos programas assistencialistas do governo Federal tais como: bolsa família, bolsa escola, bolsa estiagem, seguro safra, entre outros.

#### 4.5.1 Análise da vulnerabilidade econômica

Para a vulnerabilidade econômica (Figura 4.25), o valor encontrado foi de 76,8% o que representa um índice de vulnerabilidade muito alto. O alto índice de vulnerabilidade econômica encontrado é em função das fortes limitações socioeconômicas e ambientais, além dos períodos de secas prolongados. Trabalhos realizados por Sousa (2007) nos municípios de Boa Vista, Cabaceiras e São João do Cariri situados no Cariri paraibano na parte oriental e por Alencar (2004) nos municípios de Amparo e Ouro Velho situados no Cariri paraibano na parte ocidental revelam que toda a região do Cariri paraibano é muito vulnerável. Outros trabalhos desenvolvidos por Araújo (2002), no município de Sousa, e por Sousa et al (2006) no município de Itaporanga, também representaram resultados preocupantes.

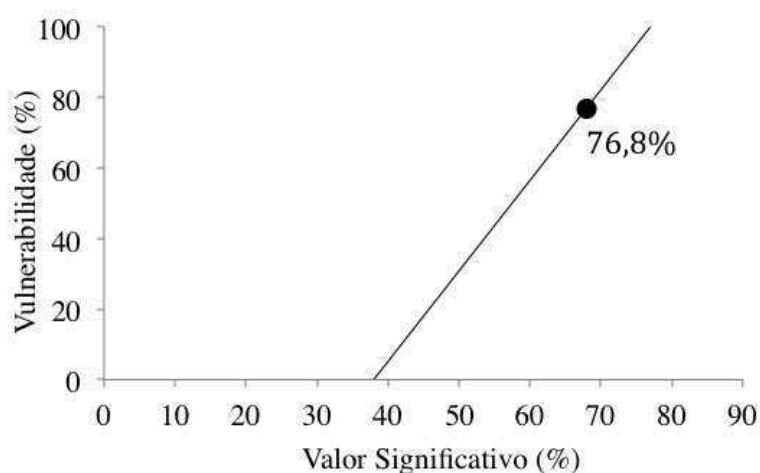


Figura 4.25: Gráfico da vulnerabilidade econômica.

Para um melhor entendimento são necessárias informações adicionais a respeito da vulnerabilidade econômica encontrada tais como: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, venda da produção agrícola, venda da produção pecuária, fonte principal de crédito e fonte de renda. Na Figura 4.26, pode-se observar que a maioria das famílias não possuem animais de trabalho, ou seja, 33,3% são bois, 20,8% cavalos, 8,3% muares e 29,2% jumentos.

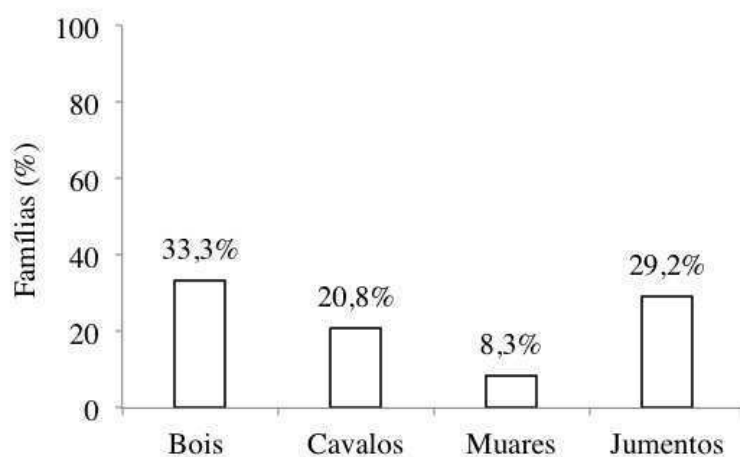


Figura 4.26: Animais de trabalho.

De forma similar os animais de produção (Figura 4.27), são em sua maioria aves, ovelhas/cabras ambos com 72,9%, garrotes 45%, vacas 56,3%, bodes/carneiros 54,2%, porcos 6,3% e peixe com apenas 2,1%. Portanto, isso caracteriza a diversidade de espécies que o homem do campo, independentemente de suas dificuldades consegue assegurar a sua sobrevivência e permanência no meio em que vive.

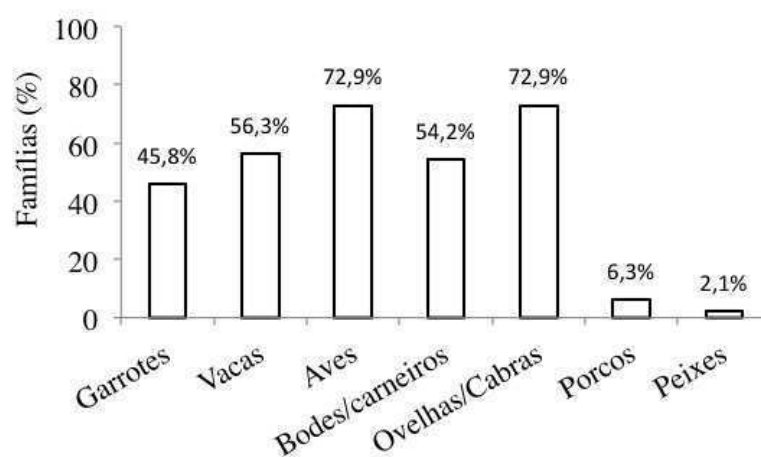


Figura 4.27: Animais de produção.

As principais culturas cultivadas pelos pequenos produtores do município são bem diversificadas (Figura 4.28), a maioria produzem feijão 47,9%, milho 43,8% e entre outros vegetais.

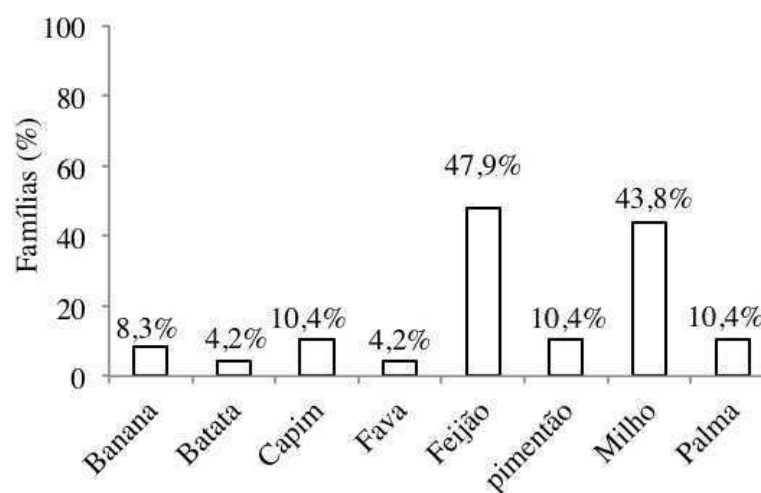


Figura 4.28: Produção vegetal.

A maioria dos pequenos agricultores não vende o que produz (32,3%) e quando há excedente vende a atravessadores (11,3%) como pode ser observado na Figura 4.29.

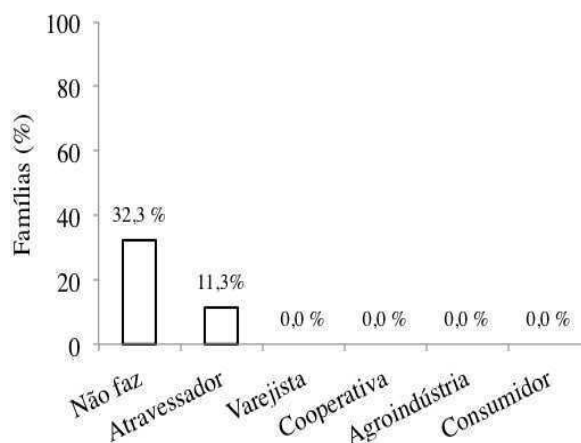


Figura 4.29: Venda da produção agrícola.

Em relação à venda de produtos da pecuária, grande parte dos produtores usa o atravessador (49,2%) para escoar sua mercadoria (Figura 4.30).

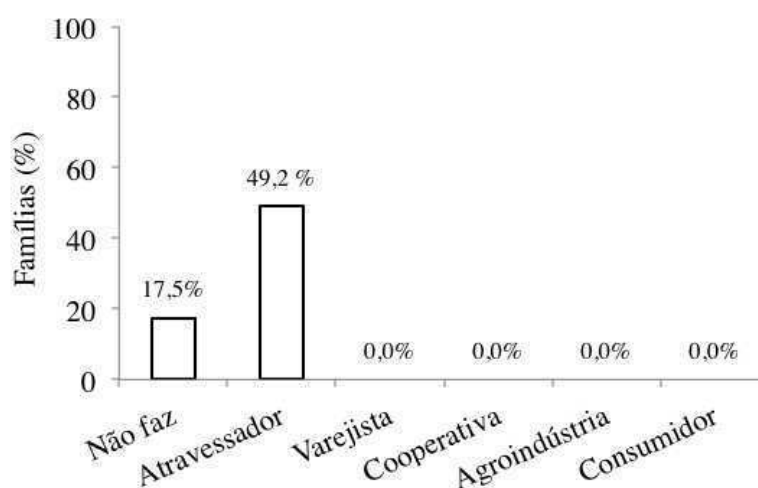


Figura 4.30: Venda da produção pecuária.

Grande parte da população rural não utiliza crédito bancário (73%), apenas 18,9% recorrem ao banco e 8,1% buscam os agiotas para a obtenção de crédito (Figura 4.31). Tal resultado indica a ausência de políticas públicas voltadas para o apoio aos pequenos produtores. Através de incentivos e treinamentos pode-se evitar a presença do atravessador e da agiotagem.

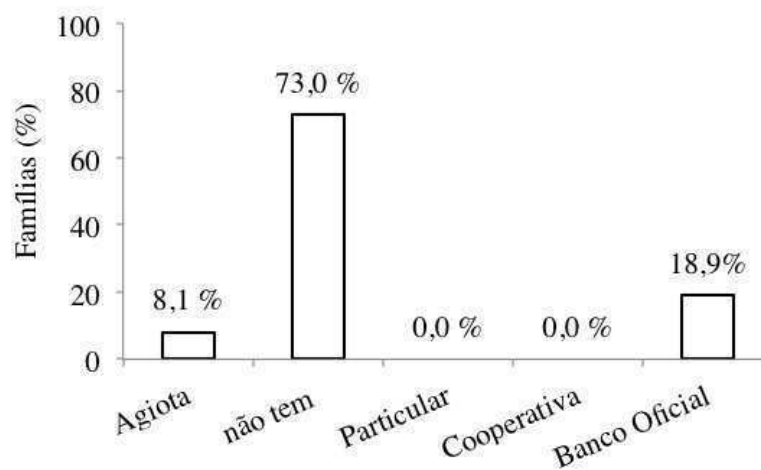


Figura 4.31: Fonte principal de crédito.

Na Figura 4.32, observa-se as fontes de renda as quais os produtores dependem diretamente para a sua sobrevivência. Cerca de 31,3% das famílias dependem exclusivamente da propriedade para se manter, 31,3% dependem da aposentadoria, 10,4% dependem do salário mínimo recebido, 10,3% recebem ajuda de programas assistencialistas do governo Federal (bolsa família, bolsa escola, bolsa estiagem e entre outras) e 16,7% tira o sustento de outras atividades como: cabeleireiro, diarista e prestador de serviço.

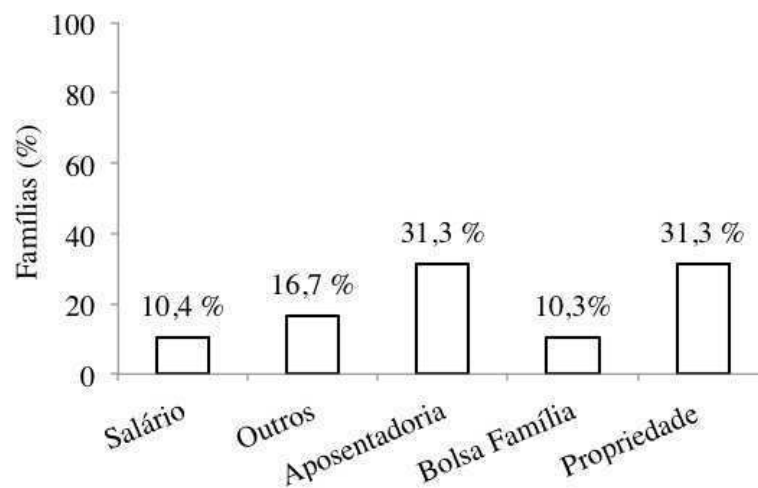


Figura 4.32: Fonte de renda.

Com base nas análises acima, a vulnerabilidade econômica da comunidade estudada foi classificada como muito alta. As altas limitações econômicas da população estão associadas a carências e à falta de renda das famílias.

### 4.5.2 Análise da vulnerabilidade tecnológica

A vulnerabilidade tecnológica da comunidade rural é de 57,84% (Figura 4.33), considerada uma vulnerabilidade muito alta. Portanto, reforça a tese de que grande parte da população rural, além da vulnerabilidade social em que se encontra, não dispõe de recursos, nem conhecimentos suficientes para empregar tecnologia em suas atividades agropecuárias. Para um melhor embasamento são necessárias algumas informações a respeito do grau de vulnerabilidade tecnológica tais como: tipo de posse, práticas de conservação, irrigação e assistência técnica.

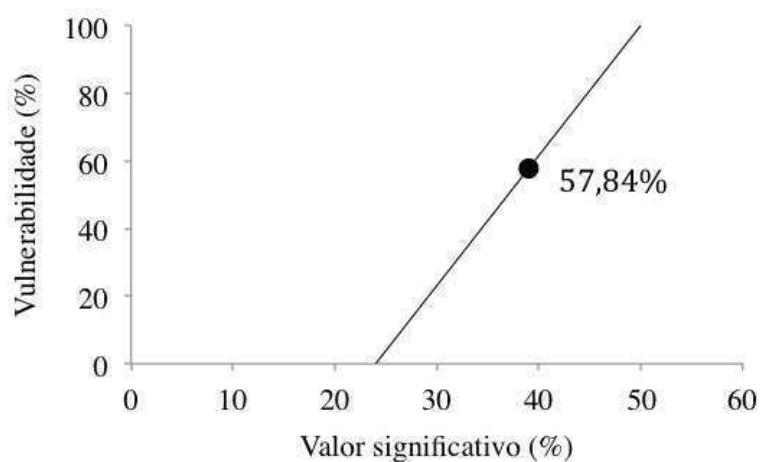


Figura 4.33: Gráfico da vulnerabilidade tecnológica.

De acordo com Menino et al. (2005), os tipos de posse são avaliados em quatro categorias distintas, tais como: o proprietário é o dono da terra e a explora livremente; o arrendatário explora a terra alheia, no qual, paga essa utilização em forma de trabalho ou dinheiro; o meeiro é aquele que tem direito a metade de tudo que produz na terra, dividindo com o proprietário; e por fim, o ocupante que explora a terra mesmo que esta não esteja apropriada juridicamente. Desta forma, verificou-se que 77,1% dos entrevistados são proprietários de suas terras, 18,8% são meeiros e 4,2% são ocupantes (Figura 4.34).



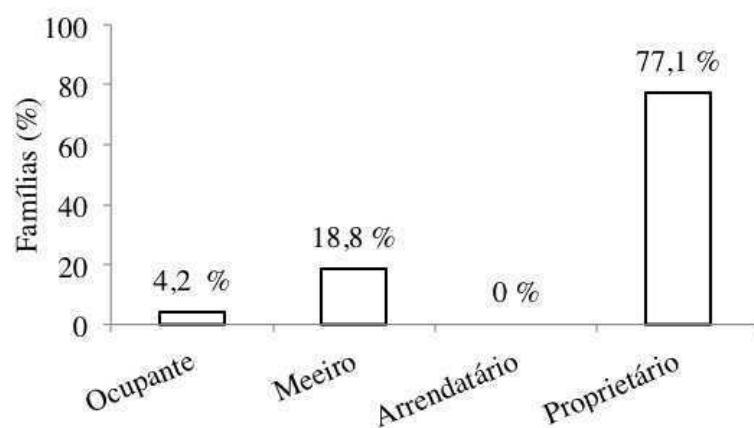


Figura 4.34: Tipo de posse.

O levantamento socioeconômico demonstrou que 92,7% dos produtores não têm assistência técnica, 17% recebem assistência ocasionalmente e apenas 2,4% recebem assistência regularmente (Figura 4.35).

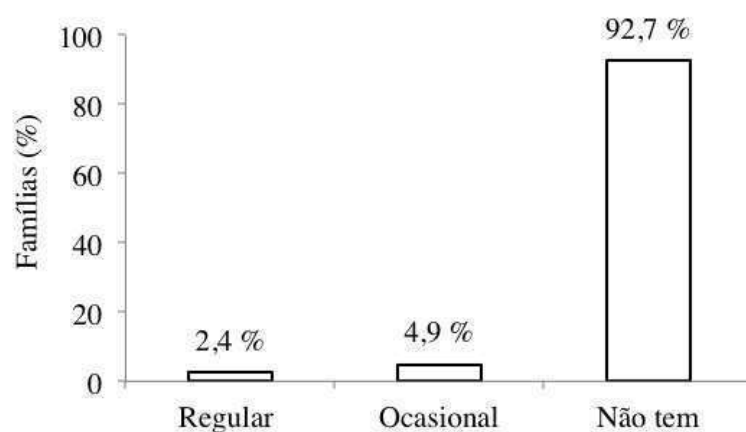


Figura 4.35: Assistência técnica.

Grande parte da comunidade não pratica a conservação do solo como deveria, cerca 66,7% não faz nenhum uso de alguma prática de conservação, enquanto que, 33,3% utiliza de forma rudimentar (Figura 4.36).

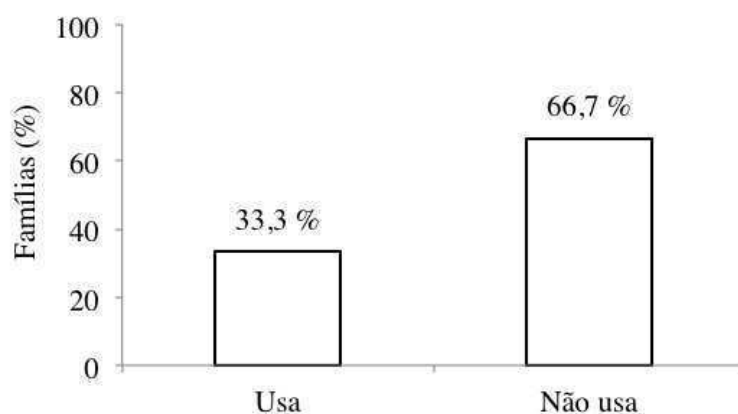


Figura 4.36: Práticas de conservação.

Em relação a irrigação 56,3% dos entrevistados não utilizam, 39,6% afirmaram utilizar a irrigação e apenas 4,2% usam ocasionalmente (Figura 4.37). Apesar do déficit hídrico que inviabiliza a agricultura, a prática de irrigar é pouco utilizada.

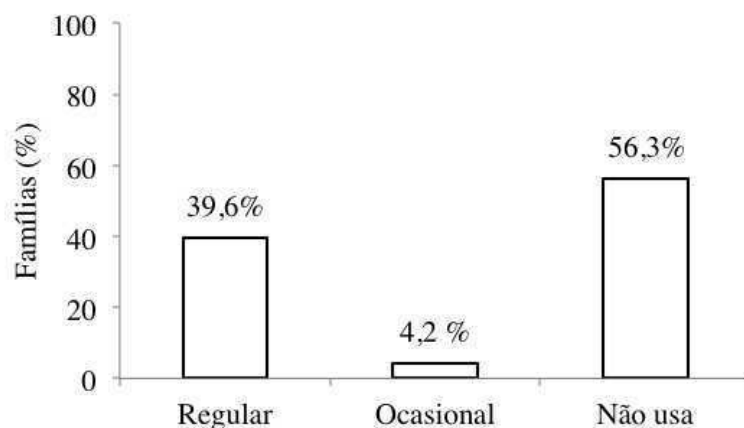


Figura 4.37: Irrigação.

Tendo em vista estas indagações que estabeleceram a vulnerabilidade tecnológica muito alta para a comunidade rural, foi evidenciado que a falta de práticas de conservação do solo e as técnicas rudimentares de cultivo favorecem o processo erosivo.

### 4.5.3 Análise da vulnerabilidade hídrica

A vulnerabilidade hídrica encontrada para a população rural em Cabaceiras foi de 48,1% (Figura 4.38), considerada uma vulnerabilidade muito alta. Para avaliar tal gravidade foram abordadas algumas variáveis tais como: 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, ocupação nas estiagens, planejamento da produção; comercialização e fonte de renda.

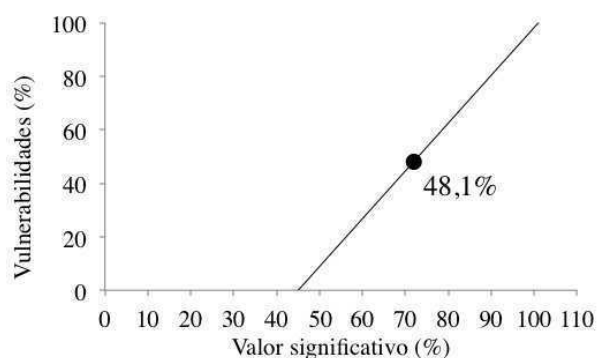


Figura 4.38: Gráfico da vulnerabilidade hídrica.

Na Tabela 4.4, é mostrado as formas de armazenamento d'água mais comuns na região analisada, cerca de 45,8% da comunidade utiliza cisternas como principal forma de armazenamento, seguido de caixa d'água com 16,7%; açudes 2,1%; caixa d'água + cisternas 4,2%; caixa d'água + cisternas + barreiros 8,3%; cisternas + barreiros 6,3% e não faz nenhum tipo de armazenamento 16,7%.

Tabela 4.4: Armazenamento de água da população rural em Cabaceiras-PB.

<b>Armazenamento d'água</b>	<b>%</b>
Caixa d'água	16,7
Cisternas	45,8
Barreiros	0,0
Açudes	2,1
Caixa d'água + Barreiros	0,0
Caixa d'água + cisternas	4,2
Caixa d'água + cisternas + barreiros	8,3
Cisternas + barreiros	6,3
Não faz	16,7

Na Figura 4.39, observa-se que 70,8% das famílias fazem captação de água via telhado e 20,8% não utilizam essa prática e 8,3% não responderam. Esse percentual pode ser considerado alto para a não captação de água, o que revela o descomprometimento com o armazenamento. Tal preocupação é importante, para uma região como Cabaceiras que é conhecida pelo maior déficit hídrico no país.

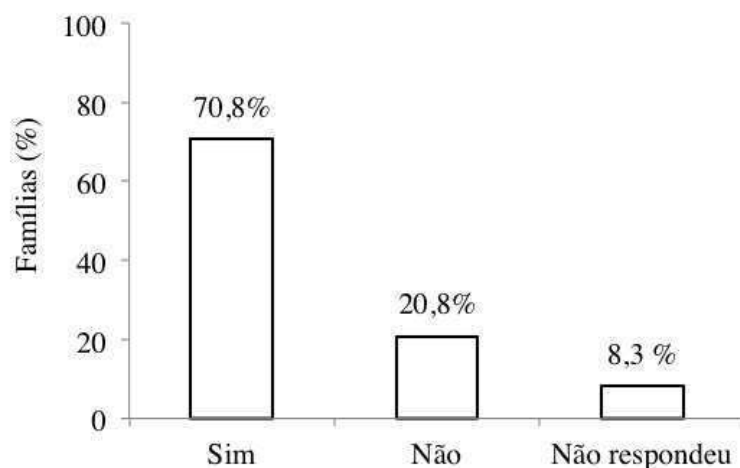


Figura 4.39: Captação da água da chuva.

De acordo com a Figura 4.40, as fontes de água permitem o abastecimento humano em cerca de 62,5% das famílias entrevistadas e 29,2% afirmaram que estas fontes não permitem o abastecimento em todo ano.

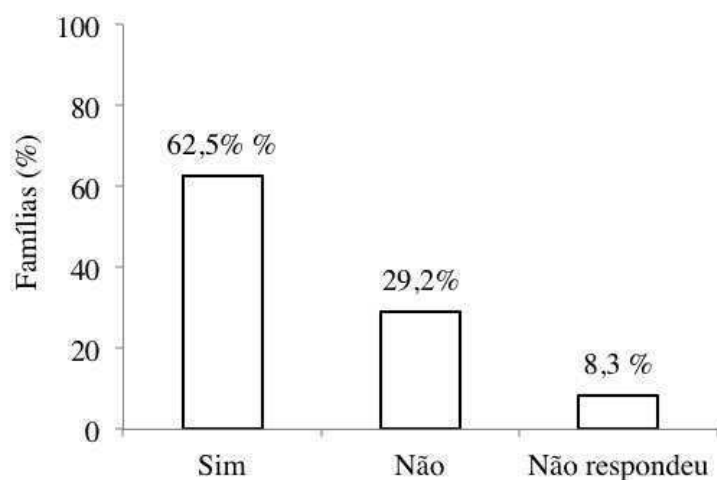


Figura 4.40: Água das fontes para abastecimento humano.

A maioria das fontes permite o abastecimento animal durante todo o ano, cerca de 72,9% e 16,7% das fontes não permitem o abastecimento animal (Figura 4.41).

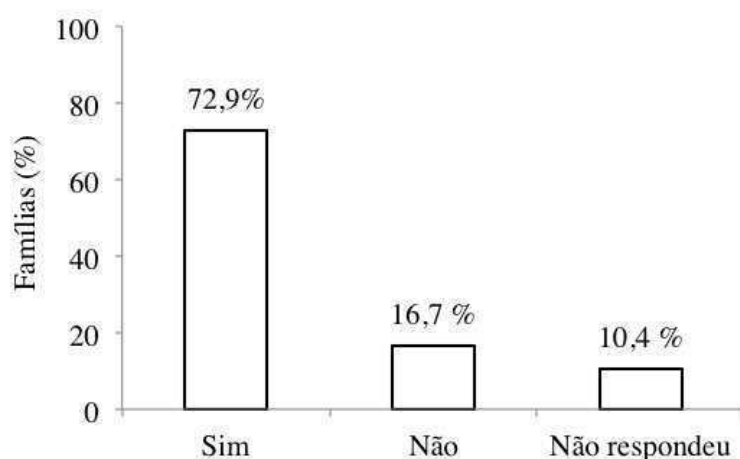


Figura 4.41: Água das fontes para o abastecimento animal.

Já para a irrigação, 37,5% utilizam as fontes de água durante todo o ano e 50% afirmaram que tal fonte não permite irrigação todo o ano (Figura 4.42).

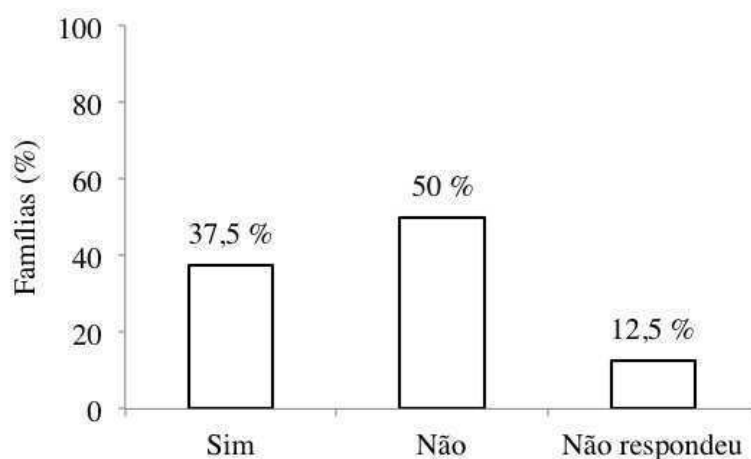


Figura 4.42: Água da fonte para irrigação.

Pode-se observar na Tabela 4.5 que cerca de 37,5% utilizam a lata como meio de transporte de água para o abastecimento domiciliar, 27,1% dependem do carro pipa para o abastecimento, 10,4% utilizam os animais para fazer o transporte da água. Isso mostra a fragilidade do homem no campo. Dos entrevistados 25% afirmaram possuir água encanada, um dos fatores positivo de fixação e desenvolvimento para o homem do campo.

Tabela 4.5: Abastecimento domiciliar da população rural de Cabaceiras.

Abastecimento domiciliar	%
Lata	37,5
Animais	10,4
Carro pipa	27,1
encanada	25

Os resultados revelaram que 37% das famílias não fazem racionamento, 39% fazem durante as estiagens e apenas 23,9% fazem de modo permanente (Figura 4.43).

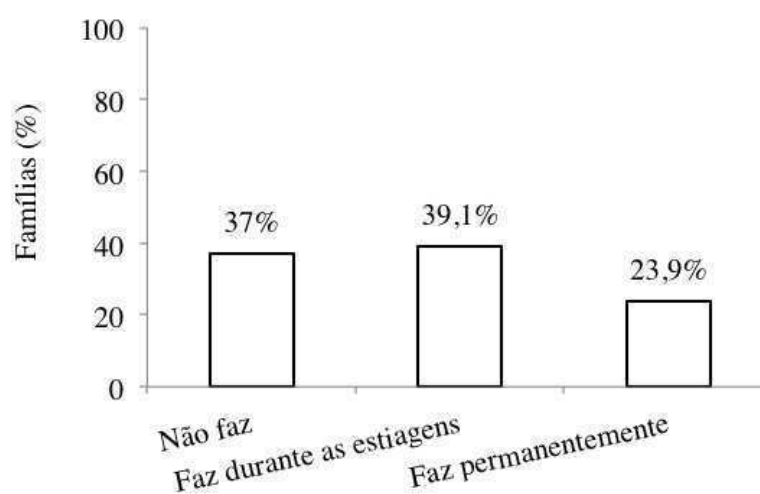


Figura 4.43: Racionamento.

De acordo com a Figura 4.44, a maioria das famílias não utiliza água residuais (63,6%), e 36,4% fazem esse reuso. Diante desses resultados, há revelação da importância de uma orientação técnica no que se refere ao armazenamento e o racionamento da água.

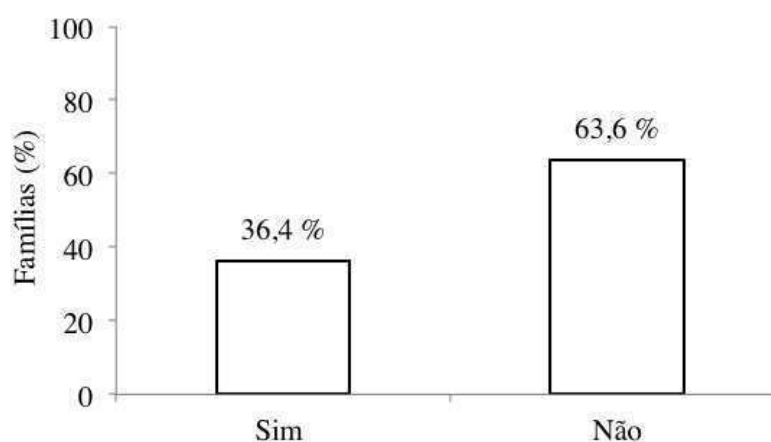


Figura 4.44: Aproveitamento da água residual.

Os resultados revelaram que 57,4% das famílias mantêm-se na atividade apesar das instabilidades econômica e climática, 19,6% prestam serviços a outros produtores, 8,5% abandonam

a terra e retornam no período chuvoso e 14,9% das famílias citaram frente de emergência (Figura 4.45).

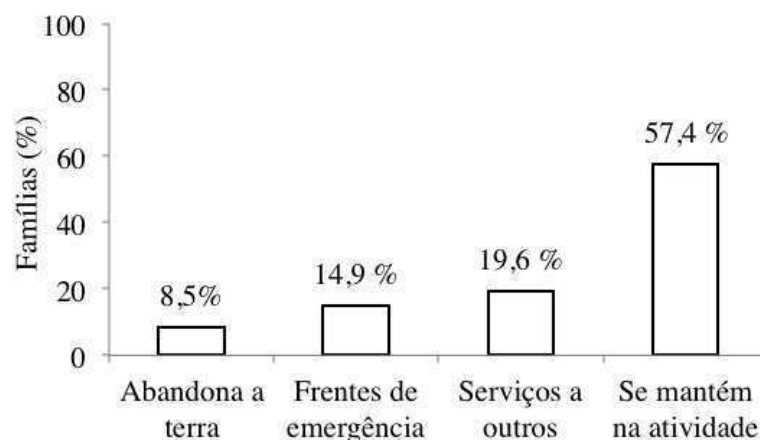


Figura 4.45: Ocupação nas estiagens.

Outro fator agravante da vulnerabilidade muito alta em relação às secas (hídrica) é a falta de planejamento adequado da produção. Das famílias 82,2% não planejam sua produção e 17,85% fazem empiricamente (Figura 4.46).



Figura 4.46: Planejamento da produção.

Conforme a Figura 4.47, 71,8% das famílias não comercializam o que produzem na propriedade. Tudo o que produz é de autoconsumo. Dos produtores, 12,8% produzem para a comercialização e 14,4% comercializa o excedente. Sendo assim, pode-se afirmar que a comercialização na região estudada é pouca expressiva. Os produtos comercializados são produzidos em pequena escala.

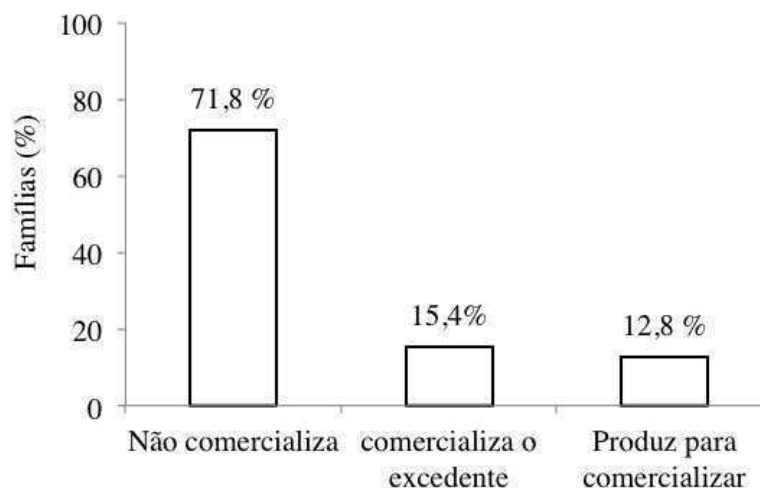


Figura 4.47: Comercialização.

As famílias para se manterem no local em que vivem buscam outras alternativas de rendas. Cerca de 70,7% das famílias utilizam outras formas de adquirir dinheiro para o seu sustento, enquanto que 29,3% tem a propriedade como única e principal fonte de renda (Figura 4.48).

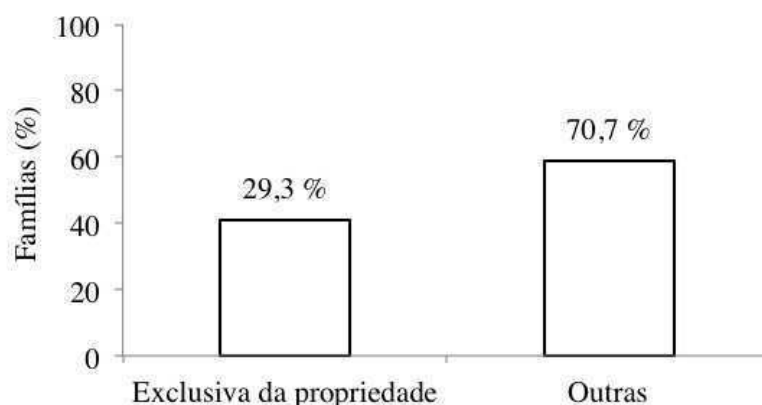


Figura 4.48: Fonte de renda.

Como pode-se perceber, a vulnerabilidade hídrica foi considerada muito alta (48,1%). Fato este, que pode ser justificado pela falta de racionamento, reuso e armazenamento da água além da irrigação irregular. A seca é um fenômeno recorrente e inevitável. Através de uma gestão adequada dos recursos escassos na época da seca é possível uma convivência sustentável do homem do campo com o meio em que vive.

#### 4.5.4 Análise comparativas das vulnerabilidades

A partir dos valores encontrados das vulnerabilidades é importante fazer uma comparação com os valores em relação a outras localidades Tabela 4.6. Os resultados obtidos com a comunidade rural de Cabaceiras em relação aos estudos obtidos por Sousa (2007) para esse mesmo



município, mostraram que os valores estão um pouco abaixo do esperado. Portanto, mesmo assim, os valores encontrados para as vulnerabilidades continuam Muito Alto com a exceção da vulnerabilidade Social que passou de Muito Alta para Moderada.

As vulnerabilidades econômicas encontradas para todas as localidades foram Muito Alta. Tal resultado revela que as condições ambientais e o tipo de atividade como a agropecuária que depende do ciclo das chuvas e a grande variabilidade climática é a causa da instabilidade econômica. A situação de pobreza em que vive a maior parte da população do semiárido decorre de fatores que vão além dos condicionantes geográficos. Tal situação pode ser explicada nas condições de posse e uso das terras. Portanto, além das desigualdades de posse das terras, a pobreza é agravada pela instabilidade representada pelo trabalho assalariado temporário. Sendo assim, a maioria da população carente de Cabaceiras fica a mercê de programas assistencialistas do governo Federal.

O valor encontrado para a vulnerabilidade tecnológica foi Muito Alta para todas as localidades. Isso representa a impossibilidade da dinâmica e o desenvolvimento do homem do campo. A falta de condições adequada de trabalho, ou seja, a inexistência de tecnologia impossibilita o desenvolvimento local. E por fim a vulnerabilidade hídrica considerada Muito Alta para Cabaceiras, e em relação as outras localidades pode-se dizer que foi “Moderada”.

Todas as pesquisas realizadas foram feitas na região semiárida paraibana. O déficit hídrico e a falta de Políticas Públicas (para a gestão dos recursos hídricos no que diz respeito ao racionamento e o reuso da água) desfavorece a fixação do homem no campo.

Tabela 4.6: Comparação entre as vulnerabilidades encontradas com a bibliografia existente.

Região	Vulnerabilidade			
	Social (%)	Econômica (%)	Tecnológica (%)	Hídrica (%)
Bacia hidrográfica do açude Soledade (2011) <sup>1</sup>	12,8	46,0	68,9	75,0
Entorno do açude Epitácio-Pessoa (2009) <sup>2</sup>	17,3	45,5	60,0	59,4
Boa Vista (2007) <sup>3</sup>	37,0	67,0	58,0	62,0
S. João do Cariri (2007) <sup>3</sup>	42,0	74,0	81,0	75,0
Boqueirão (2005) <sup>4</sup>	34,0	86,0	81,0	80,0
Picuí (2002) <sup>5</sup>	47,8	89,6	75,8	82,2

Fontes: Silva (2011)<sup>1</sup>; AraÚjo (2010)<sup>2</sup>; Sousa (2007)<sup>3</sup>; Menino et al. (2005)<sup>4</sup> e Silva (2002)<sup>5</sup>.

# Capítulo 5

## Conclusões

As técnicas de sensoriamento remoto para a identificação da vegetação, solo e águas superficiais podem ser consideradas adequadas para a tomada de decisão para gerar ações que mitiguem os impactos da ocupação de terras em regiões afetadas pelo processo de desertificação. Com a utilização das técnicas de geoprocessamento, do sensoriamento remoto pode-se chegar a resultados satisfatórios com rapidez e precisão.

Através do uso do IVDN pode-se concluir que houve perda de vegetação em Cabaceiras-PB, pois os resultados demonstraram que na classe de vegetação semi-densa, em 1987 representava uma área de 84,81 km<sup>2</sup> que passou a representar uma área de 53,34 km<sup>2</sup> em 2009. A classe que antes era semi-densa passou para classe semi-rala.

Em suma o processo de desertificação é cumulativo com um longo processo de degradação causada pela ação antrópica tais como: manejo inadequado do solo, cultivo em terras inapropriadas, retiradas de mata ciliar, desmatamento excessivo, práticas inadequadas de irrigação, entre outros processos. O clima também tem influência no processo de desertificação pelo seu impacto na vegetação, mas não se compara com as ações devastadoras do homem.

Cabaceiras apresenta um longo período de estiagem, conseqüentemente o déficit hídrico relacionados com os baixos valores pluviométricos assim como as elevadas temperaturas. Tais variáveis exercem grande influência sobre o índice de aridez.

Os altos valores encontrados para as vulnerabilidades expressam a fragilidade do homem do campo. A população carente é mais vulnerável às secas, pois não possui recursos para enfrentar tal fenômeno. Dessa maneira, as variações climáticas afetam com intensidade essa camada mais pobre, contrapondo as famílias que possuem maior poder aquisitivo, melhor infraestrutura que amenizam os efeitos da seca e que possuem maiores propriedades.

## 5.1 Recomendações

Devido o baixo nível de escolaridade da população rural de Cabaceiras-PB é relevante ter como trabalhos futuros:

- Implementar na grade extra curricular, com apoio de Universidades, trabalhos com alunos e pais no que se refere ao manejo de solo;
- Desenvolver técnicas de educação ambiental, que possam implementar as Leis ambientais vigentes;
- Incentivar a recuperação da mata ciliar do rio Taperoá;
- Organizar os produtores rurais em cooperativas para evitar os atravessadores. Esta é maneira comprovadamente eficiente de incentivar os pequenos produtores a produzir mais e gerar mais renda.

## Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. *Geomorfologia*, v. 53, 1997.

ACCIOLY, L. J. O.; COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; SILVA F. H. B. B. AND BURGOS, N. O papel do sensoriamento remoto na avaliação e no monitoramento dos processos de desertificação do semiárido brasileiro. In: . Aracajú: 17 e 18 de outubro, 2002.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados Pluviais, 2011. Acesso em Março 2012. Disponível em: <[www.aesa.pb.gov.br/index.php](http://www.aesa.pb.gov.br/index.php)>.

ALENCAR, M. L. S. d. *El Niño de 1997/1998: Sistemas Hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômica no Cariri Paraibano*. 1-170 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Departamento de Engenharia Agrícola, Campina Grande, Paraíba, 2004.

ANDRADE, M. C. d. *A terra e o homem no Nordeste. Contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste*. 5. ed. S. Paulo: Ed. Atlas, 1986.

ARAÚJO, A. E. d. *Construção social dos riscos e degradação ambiental: município de Sousa, um estudo de caso*. 1-122 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Departamento de Engenharia Agrícola, Campina Grande, Paraíba, 2002.

ARAÚJO, L. E. d. *Degradação Ambiental e Vulnerabilidade na Bacia do Rio Paraíba: Estudo de Caso do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)*. Tese (Doutorado) — Departamento de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

AUBREVILLE, A. Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. *Société des Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris*, 1947.

BARBOSA. *Territórios de Insustentabilidade face ao Processo de Desertificação no Semiárido Brasileiro*. In: Gehlen v. organizadora: Nova territorialidades. UFPE. [S.l.], 2011.

BARBOSA, M. P. Princípios físicos de sensoriamento remoto. programa de suporte técnico à gestão de recursos hídricos. abeas. *Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Módulo 2. Brasília-DF*, p. 1-47, 1996.

BARBOSA, M. P. Vulnerabilidade de risco a desastre. *Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Paraíba*, p. 1–87, 1997.

BARBOSA, M. P.; NETO, J. M. M.; FERNANDES, M. d. F.; SILVA, M. J. Estudo da degradação das terras - município de Picos-Pi. In: . Florianópolis, Brasil: Anais, 2007. p. 4357 – 4363.

BERTRAND, G.; BERTRAND, O. *O olho de abutre*. PASSOS, M. M. (Org.). *Uma Geografia transversal e de travessias (O meio ambiente através dos territórios e das temporalidades)*. second. Maringá: Massoni, 2007.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. *Colombia: ITDG/LA RED*, 1996.

BRASIL. *Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II - Interpretação para Uso Agrícolas Solos da Paraíba*. Ministério da agricultura/contap/usaid/brasil. (boletim dpfs. epe-ma, 15 - pedologia, 8). rio de janeiro 1972. 683p. [S.1.], 1972.

BRASIL. Ministério do meio ambiente dos recursos hídricos e da amazônia legal - mma. desertificação. In: *CONFERÊNCIA DAS PARTES DA CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO, 3., Brasília*, p. 1–23, 1999.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. secretaria de recursos hídricos. programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. *PAN-Brasil. Brasília, DF*, p. 1–213, 2004.

CALIJURI, M. L.; ROHM, S. A. Sistemas de informações geográficas. *Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária*, p. 1–34, 1993.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. *CEDERI, Jun*, 2001.

CASAGRANDE JR, E. F. Inovação tecnológica e sustentabilidade: Possíveis ferramentas para uma necessária interface. *Revista EDUCAÇÃO & TECNOLOGIA*, nº.8, p. 1–15, 2012.

CHAVES, I. D. B.; FARIAS, L. C.; LIMA, E. R. V.; FRANCISCO, P. R. M. Chave interpretativa para levantamento simplificado de terras e estimativa da capacidade de uso. In: . XVII RBMCSA, Rio de Janeiro: projeto Vaca Brava, Areia-PB, 2008.

- COELHO. *Irrigação: porque não no semiárido*. Disponível em <<http://www.folhape.com.br/blogdafolha/?p=46498>> acesso em 08/02/2013. [S.l.], 2012.
- CONFALONIERI, U. E. C. *Global environmental change and health in Brazil: review of the presente situation and proposal for indicators for monitoring these effects*. Brazilian perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências: In: Hogan, H.J and M. T. Tolmasquim. Human Dimensions of Global Environmental Change, 2001.
- CONTI, J. B. *Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro*. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia-USP, São Paulo, 1995.
- CONTI, J. B. O conceito de desertificação. revista climatologia e estudos da paisagem. *Rio Claro*, V. 3 n°.9, p. 1–39, 2008.
- CÂMARA, G.; M., S. R. C.; M., F. U.; GARRIDO, J. Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. *Computers e Graphics*, 20: (3) 395-403, 1996.
- CÂNDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. Avaliação da degradação ambiental de parte do seridó paraibano. In: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB*, V.6, n°.2, p. 368–371, 2002.
- DOUGLAS, J. A. Em busca de um crescimento inteligente no ensino superior: uma visão da estrutura do ensino superior dos estados unidos, passada e futura. *Revista Ensino Superior Unicamp*, p. 33–42, 2010.
- EMBRAPA. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa produção de informação; rio de janeiro. xxxvi, 412p. il. cdd 631.44. [S.l.], 1999.
- FEITOSA, P. H. C.; ANDRADE, K. S. d.; BARBOSA, M. P.; RIBEIRO, G. d. N. Avaliação do processo de degradação da cobertura vegetal em serra branca e coxixola - pb. *Revista Verde, Mossoró-RN*, V.5, n°.1, p. 1–7, 2010.
- FERNANDES, M. d. F. *Degradação Ambiental e Vulnerabilidades nos Municípios de Araripina-PE, Crato e Barbalha-CE e Marcolândia-PI - Chapada do Araripe: Um estudo comparativo*. Tese (Tese) — Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2010.
- FERREIRA, M. R. L. *Gestão compartilhada e cidadania: um estudo da experiência do “Pacto do Novo Cariri”*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Departamento de Administração, Universidade Federal da Paraíba - UFPB. João Pessoa, 2006.

FIALHO, S. E. O meio ambiente: o discurso geográfico rumo a transdisciplinaridade. *Revista Ponto de Vista*, V.4, ISSN 1983-2656, 2007.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. *São Paulo; Oficina de Texto*, p. 1–97, 2002.

FRANCISCO, P. R. M. *Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M. *Índice de Vegetação e Mapeamento da Degradação da Caatinga na Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá-PB*. Tese (Tese) — Campina Grande, Paraíba, Brasil, Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Janeiro 2013.

FRANCISCO, P. R. M.; FILHO, J. F. d. C.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M. d.; SILVA, J. V. D. N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do estado da paraíba utilizando o spring. In: . Recife: [s.n.], 2012. p. 1–8.

GLANTZ, M.; ORLOVSKY, N. Desertification: a review of the concept. *Desertification Control Bulletin* 9, p. 15–22, 1983.

GONZÁLES, P. I. A.; DELGADO, R. C.; PRADO, F. B. Desastres y salud pública: un abordaje desde el marco teórico de la epidemiología. *Revista Spanala de Salud pública*, V. 76, n°.8, p. 121–132, 2002.

GONÇALVES, C. W. P. *Os (dez) caminhos do Meio Ambiente*. 11a. ed. São Paulo: Contexto, 2004.

HERRMANN, S.; HUTCHINSON, C. The changing contexts of the desertification. *Journal of Arid Environments*, Tucson, AZ 85719, USA, p. 538–555, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Acesso em Março 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?>>.

IDEÃO, S. M. A. *Imagens multiespectrais e aplicações em recursos hídricos: temperatura da superfície e balanços de radiação e energia*. 1-156 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Agosto 2009.

INPE. Folheto explicativo do Instituto de Pesquisas Espaciais sobre Sensoriamento Remoto. Acesso em Agosto 1986. Disponível em: <[www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br)>.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Genebra, suíça. [S.l.], 2001.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Neves Epiphany et al.* São José dos Campos, SP: Ed. Parêntese, 2009.

KASSAS, M. Desertification: a general review. *Journal of Arid Environments*, V.30, p. 115–128, 1994.

KASSAS, M.; AHMED Y. J. ROZANOV, B. Desertification and drought: an ecological and economic analysis. *Desertification Control Bulletin*, 20, p. 19–29, 1991.

LAVEL, A. Comunidades urbanas, vulnerabilidade a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para centroamérica. in: Lavel, a. viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en américa latina. *Colombia: La Red/FLACSO*, p. 69–82, 1994.

LEFEBVRE, H. *The production of the space*. Blackwell: Oxford, 1992 – 1974.

LEFF, E. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2006.

MASKREY, A. Comunidad y desastres en américa latina: estrategias de intervención. In: *LAVELL, Allan (comp.). Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*, Colombia: La Red/FLACSO, p. 27–58, 1994.

MATALLO JÚNIOR, H. *A desertificação no mundo e no Brasil*. 1. ed. Brasília: In: SCHENKEL, C. S. e MATALLO JR, H (Org). Desertificação. UNESCO, 2003.

MENDONÇA, F. d. A. *Geografia Física: Ciência Humana?* São Paulo: Contexto, 1998.

MENESES, P. R. *Origens das feições espectrais*. Brasília, DF. UnB/Planaltina: Embrapa Cerrados, p.43-123: In: MENESES, J. R.; MADEIRA NETTO, J. S., org. Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais, 2001.

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. EMBRAPA-PB. Documento 51. João Pessoa, 2005.

MONTEIRO, M. Desertificação ameaça o nordeste brasileiro. *Revista Ecológica e Desenvolvimento. Rio de Janeiro*, n° .51, p. 15–19, 1995.

MORAES, J. L. A. Capital social e políticas públicas para o desenvolvimento regional. *Unisc*, 2001.



MORAES NETO, J. M. *Gestão de riscos a desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no semi-árido paraibano: uma análise comparativa*. Tese (Tese) — Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2003.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação*. ed 2. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2004.

MORIN, E. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2002.

NIMER, E. *Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba*. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979.

OLIVEIRA, A. U. d. *Educação e ensino de geografia na realidade brasileira*. 4 ed. ed. São Paulo: Pinski: In: OLIVEIRA, A. U. de. (Org.). Para onde vai o ensino da geografia?, 1994.

OLIVEIRA, W. M. d.; CHAVES, I. d. B.; LIMA, E. R. V. d. Índices espectrais de vegetação de caatinga em um neossolo litólico do semiárido paraibano. In: . Natal: INPE, 2009. p. 2103–2110.

PADUA, J. A. *Um sopro de destruição. Pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888)*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

PARAÍBA. *Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba*. Relatório. zap-b-d-2146/1. 1978. [S.l.], 1978.

PARAÍBA. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Resumo Executivo & Atlas*. Brasília, DF. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba. , AESA. [S.l.], 2006.

PONZONI F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação*. Ii. São José dos Campos-SP: ISBN 978-85-60507-03-3, 2007.

REÁTEGUI, R.; VALLES, W.; GIL, D. Mitigacion de erosión e inundación com siembra de bambu - la cuenca del rio cumbaza. In: MEDINA, J.; ROMERO. R. *Los desastres si avisan - estudios de vulnerabilidade y mitigación II*, Lima: ITDG, p. 79–102, 1992.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

ROCHA, J. S. M. *Manual de Projetos Ambientais*. Livraria Universitária, Santa Maria-RS. [S.l.], 1997.

ROLIM, G. d. S.; CAMARGO, M. B. P. d.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. d. Classificação climática de köppen e de thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de são paulo. *Bragantia [online]*, V.66 n° ISSN 0006-8705, p. 711–720, 2007.

SAADI, A. Os sertões que viram desertos. In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Desertificação: o Brasil em busca de soluções*, v. 25, p. Boletim Informativo, 2000.

SAHIN, S. An aridity index defined by precipitation and specific humidity. *Journal of Hydrology*, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jhydrol](http://www.elsevier.com/locate/jhydrol), 2012.

SANTOS, E. M. d.; FARIA, L. C. M. d. O educador e o olhar antropológico. fórum crítico da educação. *Revista do ISEP/Programa de Mestrado em Ciências Pedagógicas*, V.3 n° .1, Outubro, 2004.

SANTOS, L.; SILVA, E. A. Carta de trafegabilidade do terreno usando sig e imagem de alta resolução. In: *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2004.

SANTOS, M. *História Geral: da pré-história aos últimos fatos dos nossos dias*. São Paulo: Hucitec, 1997.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. Balanço hídrico climatológico normal e sequencial de cultura e para manejo de irrigação. In: *ESALQ/USP*. [S.l.: s.n.], 2009.

SERAFIM, E. C. D. S. Estudo do uso da terra e da cobertura vegetal na região de sumé, através de sensoriamento remoto. In: . Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2000. p. 1–39.

SILVA, A. d. S.; PORTO, E. R.; OLIVEIRA, F. Z.; MAYORGA, I. d. O.; COUTINHO, S. F. S. Desenvolvimento sustentado no semiárido brasileiro: um estudo de caso. In: . Areia-PB: CCA/Universidade Federal da Paraíba, 1999. Monografia (Agronomia), p. 1–64.

SILVA, E. P. *Estudo Sócio-Econômico-Ambiental e dos Riscos a Desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí-PB: um estudo de caso*. 1-140 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Agosto 2002.

SILVA, M. J. *Dinâmica da Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade-PB: Um Estudo Temporal (1990-2010)*. 1-156 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO RECURSOS NATURAIS, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Agosto 2011.

- SOUSA, O. R. *História Geral: da pré-história aos últimos fatos dos nossos dias*. ed 24. São Paulo: Ed. Ática, 1985.
- SOUSA, R. F. *Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano*. Tese (Doutorado) — Tese. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, 2007.
- SOUSA, R. F. d.; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. N.; FERNANDES, M. F.; SANTOS, M. J. d. Aptidão agrícola do assentamento venâncio tomé de araujo para a cultura do sorgo (*sorghum bicolor* - l. moench). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, V.3 n°.2, 2003.
- SOUZA, B. I. d. *Cariri Paraibano: do silêncio do Lugar à desertificação*. Tese (Doutorado) — Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Julho 2008.
- SOUZA, B. I. d.; SILANS, A. M. B. P. d.; SANTOS, J. B. d. Contribuição ao estudo da desertificação na bacia do taperoá. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, V.8 n°.2/3, p. 292–298, 2004.
- SUERTEGARAY, D. M. A. *Ambiência e pensamento complexo: Resignific(ação) da geografia*. Curitiba: ed. Sulina/UFPR: Organização: SILVA, A. D. e GALENO, A. Geografia: Ciência do Complexus. Ensaio Transdisciplinares, 2004.
- SÁ, T. F. F. d.; FILHO, J. F. d. C.; M, F. P. R.; JUNIOR, J. M. B. Sistema de informações geográficas (sig) para a gestão ambiental de bacias hidrográficas. In: . Recife: [s.n.], 2010.
- TEOTIA, H. S.; GOMES, F. d. C. d. L.; FRANCISCO, P. R. M. Suitability model for land development and irrigation potential in northeastern brazil. In: *International Conference on Water, Environment, Energy and Society (WEES)*, New Delhi, Índia, 2009b.
- TEOTIA, H. S.; RIBEIRO, G. d. N.; FRANCISCO, P. R. M. Integração do sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas (sig) para identificação, mapeamento e classificação do uso da terra e cobertura vegetal numa parte do agreste paraibano no brasil. In: . Natal: INPE, 2009a. p. 4489–4496.
- TEOTIA, H. S.; SILVA, I. V.; SANTOS, J. R.; JUNIOR, J. F. V.; GONÇALVES, J. L. d. G. Classificação da cobertura vegetal e capacidade de uso da terra na região do cariri velho (paraíba), através de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: . Belo Horizonte, Brasil: INPE, 2003. p. 1969–1976.
- THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. R. The water balance. *Publications in Climatology*, New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.

TUBELES, A.; NASCIMENTO, F. J. L. d. *Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo: Nobel, 1990.

UNCED. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. New York: Un. [S.l.], 1992. vol 1, 1-486 p.

UNEP. *United Nations Environment Programme. Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to combat desertification*. Nairobi. [S.l.], 1991.

UNEP. *United Nations Environment Programme. World Atlas of Desertification*. London. [S.l.], 1993.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Recife-PE: Versão digital 2, 2006.

VASCONCELOS, A. C. F. *Índice de desenvolvimento sustentável municipal participativo: uma aplicação no município de Cabaceiras-PB*. 1-158 p. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba - UFPB. João Pessoa, Fevereiro 2011.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*. Recife-PE: Condepe, 1970.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *O deserto brasileiro*. Recife-PE: Condepe - UFRPE, 1974.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *Metodologia para identificação de processos de desertificação*. Recife-PE: SEMA/SUDENE, 1978a.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *Desertificação no Nordeste brasileiro*. Segunda ed. Recife-PE: SEMA/SUDENE, 1978b.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *Processo de desertificação ocorrente no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção*. Segunda ed. Recife-PE: SEMA/SUDENE, 1982.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. d. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação em geologia. *INPE*, São José dos Campos, p. 1–61, 1982.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. *In: Desastre, Ecologismo y Formación Profesional*, Seminário Nacional de Aprendizaje, Sena. Colombia, 1989.

# Anexo I

## Questionário aplicado à população rural de Cabaceiras-PB

Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental  
Cabaceiras-PB.

### Fator Vulnerabilidade Social

#### a) Variável Demográfica

- 1.1. Número total de pessoas na família \_\_\_\_ sexo masculino \_\_\_\_ sexo feminino \_\_\_\_
- 1.2. Número total de pessoas economicamente ativa na família \_\_\_\_ sexo masculino \_\_\_\_ sexo feminino \_\_\_\_
- 1.3. Faixa etária 0-7 \_\_\_\_ 8-14 \_\_\_\_ 15-18 \_\_\_\_ 19-25 \_\_\_\_ 26-35 \_\_\_\_ 36-45 \_\_\_\_ 46-55 \_\_\_\_ >65 \_\_\_\_
- 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 \_\_\_\_
- 1.5. Residência do produtor casa rural \_\_\_\_ cidade \_\_\_\_ distrito \_\_\_\_ capital \_\_\_\_
- 1.6. Área da propriedade \_\_\_\_\_
- 1.7. Número de famílias/pessoas na propriedade \_\_\_\_\_

#### b) Variável Habitação

- 2.1. Tipo de habitação: taipa em mau estado \_\_\_\_ bom estado \_\_\_\_ alvenaria em mau estado \_\_\_\_ bom estado \_\_\_\_
- 2.2. Fogão lenha/carvão \_\_\_\_ lenha/carvão + gás \_\_\_\_ gás \_\_\_\_ elétrico \_\_\_\_
- 2.3. Água consumida: potável (filtro, poço tubular ou encanada) \_\_\_\_ não potável \_\_\_\_
- 2.4. Esgotos: rede de esgotos \_\_\_\_ fossa \_\_\_\_ eliminação livre \_\_\_\_
- 2.5. Eliminação de lixo: coleta \_\_\_\_ enterra ou queima \_\_\_\_ livre \_\_\_\_
- 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 \_\_\_\_
- 2.7. Tipo de piso: chão batido \_\_\_\_ tijolo \_\_\_\_ cimento \_\_\_\_ cerâmica \_\_\_\_
- 2.8. Tipo de teto: palha \_\_\_\_ telha cerâmica \_\_\_\_ outros \_\_\_\_\_
- 2.9. Energia: não tem \_\_\_\_ elétrica monofásica \_\_\_\_ elétrica bifase \_\_\_\_ elétrica trifásica \_\_\_\_ solar \_\_\_\_ eólica \_\_\_\_

Continua na próxima página

<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><b>c) Variável Consumo de Alimentos</b></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 (cuscuz, angu, polenta, mugunzá) em dias da semana _____</p> <p>3.17. Consumo de farinha de mandioca em dias da semana _____</p>
<p><b>d) Variável Participação em Organização Sindical</b></p> <p>4.1. Pertence sim ____ não ____ qual _____</p>
<p><b>e) Variável Salubridade Rural</b></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> <p>5.8. Surtos de febre aftosa: sim ____ não ____</p> <p>5.9. Infestação de doenças nas pessoas: inexistente ____ baixa ____ média ____ alta ____ qual (is) _____</p> <p>5.10. Infestação de piolhos/fungos nas pessoas: inexistente ____ baixa ____ média ____ alta ____ qual (is) _____</p>
<p>Continua na próxima página</p>

5.11. Combate às pragas domésticas: sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_

### Fator Vulnerabilidade Econômica

#### a) Variável Produção Vegetal

6.1. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.2. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.3. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.4. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.5. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.6. Cultivo \_\_\_\_\_ produção \_\_\_\_\_ área \_\_\_\_\_ produtividade \_\_\_\_\_

6.7. Área de pastejo: não tem \_\_\_\_\_ abandonada \_\_\_\_\_ conservada \_\_\_\_\_

6.8. Florestamento/mata nativa: não tem \_\_\_\_\_ <25% da área \_\_\_\_\_ 25% da área \_\_\_\_\_ > 25% da área \_\_\_\_\_

#### b) Variável Animais de Trabalho

7.1. Bois: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

7.2. Cavalos: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

7.3. Muares: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

7.4. Jumentos: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

#### c) Variável Animais de Produção

8.1. Garrotes: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.2. Vacas: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.3. Aves: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.4. Bodes / carneiros: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.5. Ovelhas: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.6. Cabras: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.7. Porcos: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

8.8. Peixes: tem \_\_\_\_\_ não tem \_\_\_\_\_

#### d) Variável Verticalização

9.1 Matéria prima processada/melhorada na propriedade: sim \_\_\_\_\_ qual \_\_\_\_\_ fonte \_\_\_\_\_

9.2 Matéria prima processada/melhorada na propriedade: sim \_\_\_\_\_ qual \_\_\_\_\_ fonte \_\_\_\_\_

9.3 Matéria prima processada/melhorada na propriedade: sim \_\_\_\_\_ qual \_\_\_\_\_ fonte \_\_\_\_\_

#### e) Variável Comercialização, Crédito e Rendimento

10.1 Venda da produção agrícola: não faz \_\_\_\_\_ atravessador \_\_\_\_\_ varejista \_\_\_\_\_ cooperativa \_\_\_\_\_ agroindústria \_\_\_\_\_ consumidor \_\_\_\_\_

10.2 Venda da produção pecuária: não faz \_\_\_\_\_ atravessador \_\_\_\_\_ varejista \_\_\_\_\_ cooperativa \_\_\_\_\_ agroindústria \_\_\_\_\_ consumidor \_\_\_\_\_

10.3 Venda da produção verticalizada: não faz \_\_\_\_\_ atravessador \_\_\_\_\_ varejista \_\_\_\_\_ cooperativa \_\_\_\_\_ agroindústria \_\_\_\_\_ consumidor \_\_\_\_\_

10.4 Fonte principal de crédito: não tem \_\_\_\_\_ agiota \_\_\_\_\_ banco particular \_\_\_\_\_ cooperativa \_\_\_\_\_ banco oficial \_\_\_\_\_

10.5 Renda bruta aproximada da propriedade por ano (R\$) \_\_\_\_\_

Continua na próxima página

10.6 Outras rendas(R\$) \_\_\_\_\_ Qual \_\_\_\_\_  
 10.7 Renda total (R\$) \_\_\_\_\_

### Fator Vulnerabilidade Tecnológica

#### a) Variável Tecnologia

11.1 Área da propriedade. (ha): <50 (aproveitamento de até 50%) \_\_\_\_\_ <50 (aproveitamento >50%) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ 51-100 (aproveitamento de até 50%) \_\_\_\_\_ 51-100 (aproveitamento >50%) \_\_\_\_\_ 101-200 (aproveitamento de até 50%) \_\_\_\_\_ 101-200 (aproveitamento >50%) \_\_\_\_\_  
 11.2 Tipo de posse: proprietário \_\_\_\_\_ arrendatário \_\_\_\_\_ meeiro \_\_\_\_\_ ocupante \_\_\_\_\_  
 11.3 Uso de Biocidas (veneno caseiro): regular \_\_\_\_\_ ocasional \_\_\_\_\_ não usa \_\_\_\_\_ controle biológico \_\_\_\_\_  
 11.4 Uso de adubação/calagem: regular \_\_\_\_\_ ocasional \_\_\_\_\_ não usa \_\_\_\_\_ adubação orgânica \_\_\_\_\_  
 11.5 Tração das ferramentas: máquina \_\_\_\_\_ manual \_\_\_\_\_ animal \_\_\_\_\_  
 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 particu-  
 lares \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_

Continua na próxima página



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>a) Variável Produção</b>
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 ___
<b>c) Variável Manejo da Caatinga</b>
15.1 Não faz ___ faz ocasionalmente ___ faz sempre ___ Como _____
<b>d) Variável Exploração de Espécies Nativas</b>
16.1 faz sem replantio ___ não faz ___ faz com replantio ___ Espécies/Finalidades _____
<b>e) Variável Armazenamento</b>
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 _____
<b>f) Variável Redução do Rebanho</b>
18.1 não faz ___ faz antes das estiagens ___ faz durante as estiagens ___ Critérios de descarte _____
<b>g) Variável Observação das Previsões De Chuvas</b>
19.1 não faz ___ faz pela experiência ___ faz por instituições ____. Quais _____
<b>h) Variável Ocupação nas Estiagens</b>
20.1 abandona a terra ___ frentes de emergência ___ presta serviços a outros produtores ___ se mantém na atividade _____
<b>j) Variável Educação</b>
21.1 Disciplinas contextuais no ensino básico: não possui ___ até a 4ª série ___ da 5ª à 8ª série ___ em todas ____. Qual (is) _____
21.2 Disciplinas contextuais no ensino médio: não possui ___ possui em uma série ___ mais de uma série _____
<b>l) Variável Administração Rural</b>
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 socioeconômico e ambiental**

Os dados da tabela seguinte modificados pelo autor desta pesquisa estão sinalizados com um asterisco (\*).

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	Reaproveita (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		
3.10	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.11	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.12	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.13	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.14	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.15	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.16	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.17	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
d) Variável participação em organização																
4.1	Não	02	Sim	01												

Continua na próxima página

e) Variável salubridade rural												
5.1	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.2	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.3	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.4	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.5	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.6	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.7	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.8	Sim	02	Não	01								
5.9	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.10	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				
5.11	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01				

Fator Vulnerabilidade Econômica												
a) Variável produção vegetal												
6.1	Baixa	03	Média	02	Alta	01						
6.2	Baixa	03	Média	02	Alta	01						
6.3	Baixa	03	Média	02	Alta	01						
6.7	Não tem	03	Abandonada	02	Conservada	01						
6.8	Não tem	03	< 25%	02	> 25%	01						
b) Variável animais de trabalho												
7.1	Não tem	02	Tem	01								
7.2	Não tem	02	Tem	01								
7.3	Não tem	02	Tem	01								
7.4	Não tem	02	Tem	01								
c) Variável animais de produção												
8.1	Não tem	02	Tem	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		

Continua na próxima página

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

12.1	Nenhum	04	Algumas	03	Principais	02	Todas	01									
12.2	Não	02	Sim	01													

#### Fator Vulnerabilidade às Secas

##### a) Variável recursos hídricos

13.1	Não faz	06	Cx. d'água	05	Cisternas	04	Barreiros	03	Açude (2 anos sem secar)	02	Açudes (+2 anos)	01					
13.2	Sim	02	Não	01													
13.3	Não Faz	02	Faz	01													
13.4	Não possui	04	Cacimba	03	Poço amazônicas	02	Poço tubular	01									
13.5	Sim	02	Não	01													
13.6	Temporário	02	Permanente	01													
13.7	Não	02	Sim	01													
13.8	Não	02	Sim	01													
13.9	Não	02	Sim	01													
13.10	Lata	04	Animais	03	Carro pipa	02	Encanada	01									
13.11	Não faz	03	Na estiagem	02	Permanente	01											
13.12	Não	02	Sim	01													
13.13	Sim	02	Não	01													

##### b) Variável produção

14.1	Não tem	02	Tem	01													
14.2	Não	03	Exp.ñ.adap.	02	Exp. Adap.	01											
14.3	Não faz	03	Sempre	02	Com chuva	01											
14.4	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01											
14.5	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01											

Continua na próxima página

c) Variável manejo da Caatinga															
15.1	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01									
d) Variável exploração de espécies nativas															
16.1	Não faz	03	Faz s/ rep.	02	Faz c/ rep.	01									
e) Variável armazenamento															
17.1	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01									
17.2	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01									
f) Variável redução do rebanho															
18.1	Não faz	03	Durante	02	Faz antes	01									
g) Variável observação das previsões de chuvas															
19.1	Não faz	03	Experiência	02	Instituições	01									
h) Variável ocupação nas estiagens															
20.1	Abandona	04	Frentes	03	Prest. Serv.	02	Se mantém	01							
i) Variável educação															
21.1	Não possui	02	Possui	01											
21.2	Não possui	02	Possui	01											
j) 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									