



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



**CLAUDEAM MARTINS DA GAMA**

**DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS  
AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTANA, PB**

**Campina Grande – PB  
2016**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

G184d Gama, Claudeam Martins da.  
Degradação da cobertura vegetal e suas consequências ambientais no município de Barra de Santana, PB / Claudeam Martins da Gama. – Campina Grande, 2016.  
163f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
"Orientação: Profa. Dra. Rosires Catão Curi".

1. Degradação Ambiental. 2. Cobertura Vegetal - Degradação - Barra de Santana. 3. Sensoriamento Remoto. I. Curi, Rosires Catão. II. Título.

CDU 502-048.79(043)

**CLAUDEAM MARTINS DA GAMA**

**DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS  
NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTANA, PB**

Dissertação apresentada ao Curso Interdisciplinar de Pós Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, área de concentração Sociedade e Recursos Naturais, linha de pesquisa Gestão de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Rosires Catão Curi

**Campina Grande – PB  
2016**

**CLAUDEAM MARTINS DA GAMA**

**DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS  
NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTANA, PB**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Campina Grande, Centro de  
Tecnologia e Recursos Naturais, para obtenção  
do título de Mestre em Recursos Naturais.

APROVADA em: 10 / 05 / 2016



---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Rosires Catão Curi (UEAC/UFCG)  
Orientadora – Unidade Acadêmica de Engenharia Civil



---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Suellen Silva Pereira (UFCG)  
Examinador Interno



---

Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier (UEPB)  
Examinador Externo

**Campina Grande – PB  
2016**

*Aos avós (pais), Neuraci e Isaú e a minha tia Fátima, peças fundamentais na minha longa jornada distante de casa, mesmo distante tenho o carinho e o apoio necessários para dar continuidade a minha formação. Dedico aos familiares e demais amigos pela compreensão e estímulo nos momentos difíceis e por ter acreditado no meu potencial.*

## AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por sempre abrir janelas quando portas se fecham e por manter-me firme e sempre continuar lutando mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus pais (*avós*), *Neuraci e Isaú*, aos quais me faltam palavras para descrever o quanto sou grato a essas duas pessoas que me criaram, pelo apoio e incentivo a vir fazer faculdade tão longe de casa suportando a dor da saudade, as dificuldades financeiras e todos os tipos de apereios. Pelos ensinamentos, seus exemplos para que eu me tornasse uma pessoa humilde, aprendesse a superar as adversidades da vida, a ajudar o próximo e ter compaixão, a respeitar as pessoas independente da idade, do sexo ou da cor, cultivar boas amizades e a ser um homem de família.

A minha tia *Maria de Fátima*, pelo carinho, pelos ensinamentos, pela dedicação, e por se preocupar sempre com meu futuro e com meus estudos, segui seus conselhos e hoje cá estou sendo consagrado mestre em Recursos Naturais, muito obrigado por tudo.

A todos os meus amigos, quero agradecer em especial a *Cândida, Adailton, Josué, Virginia, Nathália, José Nailson, Cléo, Geórgia, Maria da Conceição, Cleide, Pedro Aleixo, Victor, Lázaro*, a todos vocês pelo privilégio e benção que é ter amizades sinceras e verdadeiras, pelas palavras de conforto, carinho, solidariedade, atenção e pelo apoio nos momentos difíceis.

A todos os *Professores*, em especial a Professora *Rosires Catão Curi* pela paciência, conselhos e críticas construtivas, pela humildade e por contribuir sempre para o meu crescimento profissional no decorrer desses dois anos de mestrado. E os Professores *Antônio Carlos Costa, Sérgio Murilo Araújo e Rafael Albuquerque Xavier* pelos ensinamentos, humildade e acessibilidade. Não poderia esquecer a Professora *Iana Alexandra Alves Rufino* por contribuído imensamente com seus ensinamentos e conhecimentos na área das geotecnologias. .

Gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade, a todos vocês sou eternamente grato.

## RESUMO

Indícios de degradação ambiental em território brasileiro datam da ocupação lusitana, inicialmente na zona litorânea nordestina, posteriormente direcionada para o interior do território (agreste e sertão). A espacialização das atividades desenvolvidas no sertão paraibano a exemplo da criação do gado bovino, da cotonicultura, do desmatamento, associados aos eventos de secas prolongadas e a vulnerabilidade da população rural provocaram impactos ambientais negativos. Em algumas microrregiões do Estado da Paraíba a exemplo do Cariri Oriental, apresentam áreas em estágio avançado de desertificação, o município de Barra de Santana foi escolhido para realização do presente estudo por se estar inserido na microrregião supracitada e estar susceptível ao processo de desertificação. O principal objetivo dessa pesquisa foi analisar a relação entre os condicionantes naturais e antrópicos no processo de degradação da cobertura vegetal no município de Barra de Santana-PB entre o período de 1987 a 2015 (28 anos) e suas consequências, justificando-se pela escassez de estudos sobre os processos de degradação ambiental na região do semiárido paraibano, em particular no município supracitado. Essa pesquisa foi desenvolvida a partir de três etapas, inicialmente com a revisão de literatura tratando de aspectos históricos, socioambientais e econômicos relacionados a degradação do Bioma Caatinga regional e local. A segunda etapa se deu a partir da aplicação de questionários objetivos semiestruturados na zona rural do município estudado. A terceira etapa foi realizada através do emprego de técnicas de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) com a utilização de imagens de satélite que auxiliaram na análise de aspectos biofísicos da cobertura vegetal do município estudado através da dinâmica da cobertura vegetal da Caatinga e do cálculo do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI). Verificou-se a importância de alguns programas sociais na amenização das condições de vulnerabilidade da população rural, como o Programa Bolsa Família, Bolsa Estiagem, Seguro Safra, Água Para Todos e tecnologias sociais como as cisternas de placa que tem garantido o mínimo de segurança hídrica e alimentar para as famílias que residem na zona rural. Tendo em vista que, mesmo atendidos por alguns programas sociais, apenas a vulnerabilidade social se apresentou moderada (29,1%), as outras vulnerabilidades como a econômica (92,1%), a tecnológica (67,8%) e hídrica (64,7%) foram identificadas com altos níveis. Os resultados obtidos a partir da comparação entre as imagens de SAVI referentes os anos de 1987 e 2015 evidenciam uma redução de 37% da área ocupada por Caatinga Arbórea densa e Subarbórea densa presentes no ano 1987, representando uma taxa de desmatamento de 2,8 Km<sup>2</sup>/ano. Houve um aumento de 49,7% das classes de Caatinga Arbustivas abertas, Subarbustiva rala, Subarbustiva muito rala e Solo exposto, uma evolução de 2,9 Km<sup>2</sup>/ano. O mapeamento da Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental obtido a partir da sobreposição de mapas de vegetação, erodibilidade do solo e declividade indicam uma redução das áreas pertencentes as classes de susceptibilidade Muito Baixo de 25% (1987) para 11,2% (2015). Nas áreas pertencentes a classe com nível Alto de susceptibilidade houve uma aumento, entre 1987 e 2015 de 12,8% para 16%, a classe de susceptibilidade Muito Alta passou de 14,8% (1987) para 23,5% (2015), esse aumento ocorreu em áreas que possuem declividade acentuada e capacidade de perda de solo muito elevadas, neste caso deve-se reiterar a importância da preservação da vegetação nativa para garantir a estabilidade dos solos, o que não impede a utilização dessas áreas para o desenvolvimento de atividades econômicas que sejam sustentáveis.

**Palavras-Chave:** Degradação ambiental, Sensoriamento Remoto, SAVI.



## ABSTRACT

Evidence of environmental degradation in the Brazilian territory date from the Lusitanian occupation initially on the northeastern coast zone, then directed into the territory (rural and backwoods). The spatialization of the developed activities in Paraíba backwoods, for instance livestock, the cotton industry, deforestation, associated with events of prolonged drought and the vulnerability of the rural population caused negative environmental impacts. In some microregions of Paraíba state, taking Eastern Cariri as an example, there are areas in advanced stage of desertification, which is not the case of the county Barra de Santana was taken for the realization of this study for being insert in the microregion previously mentioned as well as for being susceptible to the desertification process. The main objective of this research was to analyze the relationship between the natural and anthropogenic conditions in the process of degradation of the vegetation cover in the municipality of Barra de Santana between the period of 1987 to 2015 (28 years) and its consequences, justified by the scarce studies on the environmental degradation processes in the semi-arid region of Paraíba, in particular in the aforementioned municipality. This research was developed in three stages, initially with the review of literature dealing with historical, social, environmental and economic aspects related to degradation of regional and local Caatinga Biome. The second stage took place with the application of semi-structured questionnaires objectives in rural city studied. The third step was carried out through the use of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) with the use of satellite images that helped in the analysis of biophysical aspects of plant cover of the municipality studied by the dynamics of vegetation of Caatinga and the calculation of Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). It was verified the importance of some social programs in ameliorating the vulnerability of the rural population conditions, such as the Bolsa Família, Bolsa Estiagem, Seguro Safra, Água Para Todos and social technologies such as board tanks that have guaranteed minimum water security and food for families living in the countryside. Considering that, even being attended by some social programs, only the social vulnerability was presented as moderate (29,1%), the other ones such as economic (92,1%), technological (67,8%) e hydric (64,7%) were identified with high levels. The results obtained from the comparison between images of SAVI for the years 1987 and 2015 show a reduction of 37 % of the area occupied by dense Arboreal and Subarboreal Caatinga present in 1987, representing a deforestation rate of 2.8 Km<sup>2</sup> /year. There was an increase of 49.7% of the open Caatinga Shrub classes, sparse Subshrub, very thin Subshrub and soil exposed, an increase of 2.9 km<sup>2</sup> /year. The mapping of Natural Susceptibility to Environmental Degradation obtained from overlapping vegetation maps, soil erodibility and slope indicate a reduction in susceptibility areas belonging to the Very Low Susceptibility classes from 25% (1987) to 11.2% (2015). In areas belonging to class with high level of susceptibility there was an increase between 1987 and 2015 from 12.8% to 16%, the susceptibility of Very High class increased from 14.8% (1987) to 23.5% (2015), this increase occurred in areas that have steep slopes and very high capacity loss ground, in this case it must be stressed the importance of preserving native vegetation to ensure the stability of the soil, which does not prevent the use of these areas for development economic activities that are sustainable.

**Keywords:** Environmental degradation, Remote Sensing, SAVI.

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	17
2 - OBJETIVOS .....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos .....	20
3 - REFERENCIAL TEÓRICO .....	21
3.1 Pressupostos da questão ambiental .....	21
3.2 Conceito de degradação ambiental .....	23
3.2.1 O processo de Desertificação .....	25
3.3 Semiárido Brasileiro (SAB).....	30
3.3.1 O fenômeno das Secas.....	32
3.3.2 Breve histórico das políticas públicas de “combate à seca” no Nordeste .....	35
3.3.3 A convivência com o semiárido .....	37
3.4 Relação entre pobreza e degradação ambiental .....	41
4 - ASPECTOS GERAIS DO BIOMA CAATINGA .....	45
4.1 Breve introdução.....	45
4.1.2 O desmatamento do Bioma Caatinga .....	50
4.1.3 Caatinga do Cariri paraibano.....	51
4.2 O processo de ocupação no Nordeste: indícios de degradação ambiental.....	53
4.2.1 O povoamento da região do Cariri paraibano .....	54
4.2.2 A pecuária no Cariri paraibano .....	55
4.2.3 A agricultura no Cariri paraibano.....	57
4.2.4 Extrativismo vegetal no Cariri Paraibano .....	62
4.2.5 Estrutura fundiária no Cariri paraibano.....	66
4.3 Geoprocessamento .....	69
4.3.1 Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG’s) .....	69
4.3.2 Sensoriamento Remoto .....	71
4.3.3 A importância da cobertura vegetal para a estabilidade dos solos.....	73
5 - MATERIAL E MÉTODOS .....	78
5.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo .....	78
5.1.2 Aspectos sociais .....	79
5.1.3 Aspectos econômicos .....	81
5.1.4 Aspectos físicos.....	84

5.2	Material.....	89
5.3	Procedimentos metodológicos .....	90
5.3.1	O método e o tipo de pesquisa .....	90
5.3.2	Instrumentos de coleta.....	91
5.3.3	Instrumento de análise dos dados.....	92
5.3.4	Aquisição e tratamento das imagens de satélite .....	94
5.3.5	Correção Geométrica.....	94
5.3.6	Calibração Radiométrica .....	95
5.3.7	Reflectância Planetária.....	96
5.3.8	Índices de Vegetação Ajustada ao Solo (SAVI) .....	97
5.3.9	Mapa de susceptibilidade natural a degradação .....	99
6	- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	102
6.1	A Vulnerabilidade das famílias residentes na zona rural.....	102
6.1.1	Vulnerabilidade Social .....	102
6.1.2	Vulnerabilidade Econômica .....	106
6.1.3	Vulnerabilidade Tecnológica .....	109
6.1.4	Vulnerabilidade Hídrica .....	112
6.1.5	Comparação entre os níveis de Vulnerabilidade .....	113
6.1.6	A importância dos Programas Sociais para a população rural de Barra de Santana .....	115
6.2	Dinâmica da cobertura vegetal entre os anos de 1987 e 2015 .....	119
6.2.1	Visitas a campo para auxiliar na definição das classes de SAVI.....	124
6.2.2	Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental (SNDA) .....	133
7	- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	137
8	- REFERÊNCIAS .....	139

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba  
ANA – Agência Nacional de Águas  
ASA - Articulação no Semiárido Brasileiro  
ASD – Área Susceptível a Desertificação  
BNB - Banco Nacional do Nordeste  
CADD - Desenhos Assistidos por Computador  
CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco  
CVSF - Comissão do Vale do São Francisco  
DNOCS - Departamento de Obras Contra a Seca  
ENOS - El Niño Oscilação Sul  
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBVL - Índice de Biomassa da Vegetal Lenhosa  
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal  
IFOCS - Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca  
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas  
LRDI – Índice de Desvio de Chuva de Lamb  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada  
NEB – Nordeste Brasileiro  
OEA - Organização dos Estados Americanos  
P1MC - Programa Um milhão de Cisternas Rurais  
PAE-PB – Programa Estadual de Combate à Desertificação  
PAN Brasil - Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação  
PDSI - Índice de Severidade de Seca de Palmer  
PROALCOOL - Programa Nacional do Álcool  
PSF - Postos de Saúde Familiar  
SAB – Semiárido Brasileiro  
SAVI – Índice de Vegetação Ajustada ao Solo  
SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land

SGBD - Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados

SIGs - Sistemas de Informações Geográficas

SMDE - Sistema de Modelos Digital de Elevação

SNDA - Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental

SPI - Índice Padronizado de Precipitação

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Geográficas

SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UNEP - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Anos de seca no Nordeste brasileiro coincidente com anos de El Niño, durante os últimos quatro séculos. ....	34
Tabela 02: Desmatamento da caatinga entre 2002 e 2008. ....	50
Tabela 03: Utilização das terras no Cariri paraibano (hectares).....	61
Tabela 04: Consumo domiciliar de lenha e carvão vegetal no Estado da Paraíba e na região do Cariri paraibano. ....	62
Tabela 05: Estrutura agrária do Cariri paraibano referente ao ano de 2006.....	67
Tabela 06: Concentração das terras nos municípios do Estado da Paraíba. ....	68
Tabela 07: Característica das parcelas da Bacia Experimental de Sumé-PB. ....	74
Tabela 08: Precipitação média anual e perda de solo na bacia escola de Sumé-PB.....	75
Tabela 09: Concentração das terras no município de Barra de Santana-PB. ....	84
Tabela 10: Classes de vulnerabilidade.....	93
Tabela 11: Classes vulnerabilidade a erosão relativos à erodibilidade dos solos.....	99
Tabela 12: Classes e pesos de vulnerabilidade a erosão relativos à declividade do terreno. .	100
Tabela 13: Estatística básica das imagens SAVI do ano de 1987 e 2015. ....	121
Tabela 14: Classificação das Zonas Climáticas a partir do Índice de Aridez.....	123
Tabela 15: Níveis de susceptibilidade a Desertificação com base no Índice de Aridez.....	124
Tabela 16: Extensão das áreas ocupadas por cada classe de cobertura vegetação. ....	128
Tabela 17: Classes com os níveis de SNDA para os anos de 1987 e 2015. ....	133

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: População total, por Gênero, Rural/Urbana - Barra de Santana – PB.....	79
Quadro 02: Renda <i>per capita</i> no Brasil, no Estado da Paraíba e em Barra de Santana. ....	79
Quadro 03: Longevidade, Mortalidade e Fecundidade - Barra de Santana – PB.....	80
Quadro 04: Parâmetros utilizados para calibração das imagens de satélite Landsat 5 (TM) e para correção da reflectância planetária das imagens do Landsat 8 (OLI).....	95
Quadro 05: Classe e subclasse utilizados para classificar as imagens de 1987 e 2015.....	98
Quadro 06: Classes e pesos da vulnerabilidade relativos a vegetação. ....	100
Quadro 08: Tipos de armazenamento de água.....	112
Quadro 09: Vulnerabilidade na zona rural de municípios do Cariri paraibano.....	114
Quadro 11. Questionário sobre o Programa Água Para Todos. ....	116
Quadro 12: Questionário sobre Programas Sociais na questão ambiental. ....	117
Quadro 13: Questionário sobre a criação de um programa social que seja permanente. ....	118
Quadro 14: Desvio da pluviometria do município de Barra de Santana para os anos de 1987 e 2015. ....	122

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Espacialização das Áreas Susceptíveis a Desertificação. ....	27
Figura 02: Mapa dos Níveis de Desertificação do Estado da Paraíba. ....	28
Figura 03: Níveis de desertificação entre os anos de 2005 e 2006 Cariris Velhos – PB atual Microrregião do Cariri Ocidental e Oriental. ....	29
Figura 04: Nova delimitação do Semiárido. ....	31
Figura 05: Sequência de evolução para diversos tipos de secas. ....	33
Figura 06: Bioma Caatinga e Área de Incidência das Secas. ....	48
Figura 07: Evolução da pecuária no Cariri paraibano. ....	57
Figura 08: Quantidade de algodão produzida no Cariri paraibano. ....	59
Figura 09: Quantidade de agave produzida no Cariri paraibano. ....	60
Figura 10: Produção de lenha e carvão vegetal no Cariri paraibano. ....	63
Figura 11: Mapa indicando o comércio de lenha no Cariri paraibano. ....	64
Figura 12: Produção de lenha no Cariri Ocidental e Oriental. ....	65
Figura 13: Produção de carvão vegetal no Cariri Ocidental e Oriental. ....	65
Figura 14: Estrutura de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). ....	70
Figura 15: Curva espectral da vegetação, água e do solo. ....	72
Figura 16: Localização do município de Barra de Santana-PB. ....	78
Figura 17: Fluxo Escolar por Faixa Etária - Barra de Santana - PB - 1991/2000/2010. ....	81
Figura 18: Tipos de usos das terras no município de Barra de Santana-PB. ....	82
Figura 19: Efetivo dos rebanhos de gado bovino, caprinos e ovinos do município de Barra de Santana-PB. ....	82
Figura 20: Extração vegetal do município de Barra de Santana-PB. ....	83
Figura 21: Temperatura média mensal (°C), e pluviosidade mensal (mm) do município de Barra de Santana-PB. ....	85
Figura 22: Mapa de Declividade de Barra de Santana-PB. ....	86
Figura 23: Mapa Hipsométrico de Barra de Santana-PB. ....	87
Figura 24: Mapa com as classes de solos do município de Barra de Santana-PB. ....	88
Figura 25: Rotina para elaboração dos mapas com Índice de Vegetação Ajustado ao Solo. ....	98
Figura 26: Modelo para elaboração do mapa de susceptibilidade natural da degradação ambiental. ....	101
Figura 27: Vulnerabilidade social de Barra de Santana-PB. ....	102
Figura 28: Faixa etária da população rural do município de Barra de Santana-PB. ....	103



Figura 29: Níveis de escolaridade da população rural de Barra de Santana-PB. ....	104
Figura 30: Tipos de energia utilizados para o preparo de alimentos. ....	104
Figura 31: Formas de destinação dos esgotos domésticos e o tipo de água consumida.....	105
Figura 32: Vulnerabilidade econômica de Barra de Santana-PB. ....	106
Figura 33: Animais de produção presentes nas propriedades.....	107
Figura 34: Renda mensal das famílias. ....	108
Figura 35: Venda da produção agrícola e fonte principal de crédito.....	108
Figura 36: Vulnerabilidade Tecnológica de Barra de Santana-PB.....	109
Figura 37: Tipo de tração das ferramentas utilizadas nas propriedades rurais.....	110
Figura 38: Utilização de práticas de conservação do solo nas propriedades rurais.....	111
Figura 39: Exploração da terra e assistência técnica. ....	111
Figura 40: Vulnerabilidade Hídrica (às secas). ....	112
Figura 41: Formas de abastecimento domiciliar na zona rural.....	113
Figura 42: Pluviometria mensal do município de Barra de Santana para os anos de 1987 e 2015. ....	119
Figura 43: SAVI do município de Barra de Santana-PB para o ano de 1987. ....	120
Figura 44: SAVI do município de Barra de Santana-PB para o ano de 2015. ....	121
Figura 45: Índice de Aridez dos últimos 30 anos para o município de Barra de Santana-PB. .....	123
Figura 46: Área com vegetação arbórea densa (ponto P20).....	125
Figura 47: Área com Caatinga Subarbórea densa (ponto P15). ....	125
Figura 48: Área com Caatinga Arbustiva Aberta (ponto P16).....	126
Figura 49: Área com Caatinga Subarbustiva rala (ponto P18).....	127
Figura 50: Área com Caatinga Subarbustiva muito rala (ponto 14).....	127
Figura 51: Extensão das áreas ocupadas por cada classe do SAVI entre os anos de 1987 e 2015. ....	129
Figura 52: Mapa do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo do município de Barra de Santana- PB para o ano de 1987.....	131
Figura 53: Mapa do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo do município de Barra de Santana- PB para o ano de 2015.....	132
Figura 54: Extensão das áreas ocupadas por cada classe SNDA do município de Barra de Santana-PB entre os anos de 1987 e 2015.....	134
Figura 55: Espacialização da SNDA do município de Barra de Santana-PB no ano de 1987. .....	135

Figura 56: Espacialização da SNDA do município de Barra de Santana-PB no ano de 2015.

..... 136

## 1 – INTRODUÇÃO

Os agravos ao meio de vida do homem passaram a evidenciar problemas de ordem política, socioeconômica, ambiental e cultural. A globalização da economia, a explosão demográfica e o modelo de crescimento econômico, segundo Alier (2007) adotado pelas nações ricas e imposto às economias emergentes baseados exclusivamente na acumulação de capital e ajustes fiscais são os principais responsáveis pela acentuação das desigualdades sociais, econômicas e tecnológicas entre os vários países do globo. Isto faz com que as populações excluídas do processo de acumulação das riquezas geradas pelo lucro rápido sejam forçadas a degradar o ambiente em que vivem para poder sobreviver.

Na concepção de Santos (1997) a transnacionalização do empobrecimento, da fome e da má nutrição piorou o quadro ambiental dos países emergentes. Isto está relacionado ao desflorestamento das matas nativas para aumentar as áreas agrícolas e de pastagens. O extrativismo vegetal de lenha e carvão, a pressão introduzida pela implantação de culturas de exportação que ao serem combinadas com técnicas inadequadas de manejo do solo tem levado ao processo de desertificação, salinização e a erosão dos solos.

Os indícios de agressão ao meio ambiente no Brasil datam do processo de ocupação pelos portugueses, inicialmente na costa nordestina, posteriormente direcionada para a atual área do Semiárido Brasileiro (SAB). A espacialização regional surgiu a partir do momento em que a atividade açucareira foi estabelecida na Zona da Mata, o Sertão ficou responsável pela produção de matéria-prima e gêneros alimentícios para dar suporte a monocultura de cana-de-açúcar estabelecida na zona litorânea nordestina.

A ocupação do Sertão se deu através da criação extensiva do gado bovino associado a cotonicultura. Essas atividades econômicas desenvolvidas ao longo do tempo, e a própria estrutura fundiária associada às práticas culturais agrícolas e pecuárias, tem causado enormes prejuízos, tanto do ponto de vista financeiro como sociocultural e ambiental devido à aceleração da degradação dos recursos naturais e o desencadeamento de processos como o da desertificação que tem transformado substancialmente a paisagem sertaneja.

No Estado da Paraíba a presença de áreas degradadas em estágio muito grave em seu território é uma realidade, com destaque para as Microrregiões do Curimataú Ocidental, Cariri Oriental e Cariri Ocidental e Seridó. O quadro socioambiental dessas microrregiões está intrinsecamente ligado as características climáticas, biológicas e pedológicas presentes nesse espaço, e ao modelo de ocupação do territorial com o estabelecimento de atividades econômicas predatórias desempenhadas ao longo do tempo e que se fazem presentes ainda

nos dias atuais. A questão agrária com ocorrência de pequenos latifúndios e minifúndios tende a agravar ainda mais a situação ambiental, e a alta vulnerabilidade social, econômica, tecnológica e hídrica a qual está submetida principalmente a população rural dos municípios predominantemente rurais, como é o caso do município de Barra de Santana-PB que possui 91% da sua população residindo na zona rural.

As condições geoambientais dessas microrregiões e a pressão antrópica sobre o Bioma Caatinga têm agravado as condições de vida nesse espaço. Áreas antes cultiváveis estão sendo transformadas em locais improdutivos do ponto de vista econômico, levando uma parcela expressiva dos trabalhadores ao abandono das terras, em sua maioria sem a posse da terra. A ausência de políticas públicas efetivas, a baixa escolaridade dos agricultores, a dificuldade para acessar linhas de crédito junto aos bancos, a falta de acompanhamento técnico, a perda da produção agrícola em períodos de estiagem severa tem acentuado ainda mais os níveis de vulnerabilidade das comunidades rurais.

No entanto, a criação de políticas públicas segundo Campos (2014), voltadas para atender famílias carentes que tenham renda inferior a um salário mínimo tem amenizado minimamente as condições dos habitantes que convivem com os efeitos das secas e depende exclusivamente da atividade agropecuária. Programas como Bolsa Família, Um Milhão de Cisternas, Água para Todos, Bolsa Estiagem, Garantia-Safra entre outros, tem mudado a realidade de muitas famílias do SAB e melhorado as condições alimentares e hídricas das comunidades rurais. Entretanto, destacam-se a necessidade da ampliação desses programas, assim como a geração de emprego e renda, educação e saúde de qualidade, fatores importantes para minimizar as condições de pobreza.

A escassez de estudos sobre os processos de degradação ambiental na região do semiárido paraibano tornou-se um grande desafio. O incentivo maior para o desenvolvimento de um estudo que pudesse abordar essa temática ocorreu após a leitura da Tese de Doutorado de Bartolomeu Israel de Souza, defendida no ano de 2008, intitulada “*Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação*”. O objetivo geral dessa tese foi mapear o processo de desertificação no Cariri associando esse tipo de degradação às modificações empreendidas nas caatingas e a sua relação com os solos.

Verificou-se que o município de Barra de Santana-PB não foi contemplado nessa pesquisa devido a cobertura de nuvens nas imagens de satélite impossibilitarem o mapeamento através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O interesse por essa área de estudo justifica-se devido a lacuna deixada pela exclusão do município supracitado no referido estudo desenvolvido por Souza, I. B. (2008), tornando oportuna a

realização de uma pesquisa que possa apresentar o panorama atual do quadro socioeconômico e ambiental do município de Barra de Santana com o auxílio das geotecnologias.

Essa dissertação está dividida em três partes, a primeira parte trata do Referencial Teórico. A segunda aborda Material e Métodos e, a terceira parte contempla os Resultados e Discussões e as Considerações.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- ✓ Analisar o processo de degradação da cobertura vegetal no município de Barra de Santana-PB, o relacionando aos condicionantes naturais e antrópicos atuantes no período entre 1987 a 2015.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar os prováveis fatores causadores da degradação da cobertura vegetal no município de Barra de Santana-PB
- ✓ Caracterizar o município de Barra de Santana-PB, quanto aos aspectos sociais, econômicos e físicos;
- ✓ Identificar/discutir o papel dos principais programas sociais na minimização dos impactos ambientais locais;
- ✓ Avaliar o grau de Vulnerabilidade: social, econômica, tecnológica e hídrica (à seca), das comunidades rurais do município Barra de Santana-PB e comparar com os valores encontrados em outros municípios do Cariri paraibano;
- ✓ Utilizar técnicas de geoprocessamento para avaliar a dinâmica da cobertura vegetal entre os anos de 1987 e 2015;
- ✓ Comparar as áreas ocupadas por cada classe de cobertura do solo entre os anos de 1987 e 2015;
- ✓ Determinar a taxa de desmatamento para o município de Barra de Santana-PB;
- ✓ Mapear os níveis de susceptibilidade natural à degradação das terras;
- ✓ Comparar as áreas do município de Barra de Santana com relação a Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental (SNDA) entre os anos de 1987 e 2015;
- ✓ Elaboração dos Mapas de Susceptibilidade para os anos de 1987 e 2015.

### 3 - REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Pressupostos da questão ambiental

O conceito de Natureza segundo Gonçalves (2006) é elaborado por cada sociedade e/ou cultura ao mesmo tempo em que estabelece suas relações sociais com seu entorno. Em períodos históricos anteriores as grandes Civilizações Ocidentais (Grécia e Roma clássicas) a natureza tida como hostil passou a ser amiga do homem a partir da domesticação das plantas e animais e o emprego de técnicas rústicas para demais atividades necessárias a sobrevivência.

Os impactos gerados pelo homem ao meio não eram tão graves e a própria natureza se encarregava de recuperar os danos causados, nesse sentido Santos ressaltou que

Ontem, o homem escolhia, em torno, naquele seu quinhão de natureza, o que lhe podia ser útil para a renovação de sua vida: espécies animais e vegetais, pedras, árvores, florestas, rios, feições geológicas [...] esse pedaço de mundo é, da Natureza toda de que ele pode dispor, seu subsistema útil, seu quadro vital. Então há descoordenação entre os grupos humanos dispersos, enquanto se reforça uma estreita cooperação entre cada grupo e o seu meio: não importa que as trevas, o trovão, as matas, as enchentes possam criar o medo: é o tempo do Homem amigo e da natureza amiga (SANTOS, 1992, p.46).

A partir do surgimento da Civilização Grega, a concepção puramente divina atribuída à natureza ainda era contemplada pelos filósofos pré-socráticos que viam na *physis* (natureza) o caminho para “compreender a totalidade do real: do cosmo, dos deuses e das coisas particulares, do homem e da verdade, do movimento e da mudança, do animado e do inanimado, do comportamento humano e da sabedoria, da política e da justiça”, esse pensamento começou a ser modificado com os filósofos Platão e Aristóteles que passaram a contemplar o campo das ideias, a concepção anterior de natureza passou a ser abandonando (GONÇALVES, 2006, p.31).

O filósofo René Descartes acentuou ainda mais a oposição homem-natureza, espírito-matéria, sujeito-objeto, constituindo-se no centro do pensamento moderno contemporâneo que vê a natureza como recurso, isto posto, o homem passou a ser visto como o centro do mundo (antropocentrismo), o sujeito em oposição ao objeto (natureza). A partir dos séculos XVI, XVII e XVIII, as coisas materiais da Idade Média passaram a ser desprezadas e a ganhar um sentido “positivo” na medida em que,

É possível chegar a conhecimentos muito úteis à vida, e que, ao invés dessa filosofia especulativa ensinada nas escolas, pode-se encontrar uma filosofia prática, mediante a qual, conhecendo a força e as ações do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os corpos que nos rodeiam, tão distintamente como conhecemos os

diversos ofícios de nossos artesãos, poderíamos emprega-las do mesmo modo em todos os usos a que são adequadas e assim nos tornamos como que senhores possesores da natureza (DESCARTES, 1996, p.69).

Esse pensamento cartesiano (antropocêntrico) baseado na filosofia pragmático-utilitarista inaugura uma nova fase na história da humanidade que a partir de então se tornou capaz de “dominar” a natureza. Esse pensamento não pode ser visto desvinculados do mercantilismo que se afirmava e se tornava pautado no colonialismo o senhor possuidor de todo mundo [...] com a instituição do capitalismo essa tendência foi levada as últimas consequências (GONÇALVES, 2006, p.34).

A Revolução Industrial foi substancial para que o pragmatismo cartesiano fosse posto em prática, a ideia de uma natureza externa ao homem foi solidificada na sociedade industrial e inaugurada pelo sistema capitalista. No entanto, foi no século XIX com a “ciência e a técnica cada vez mais presente significativamente na vida dos homens que a natureza foi elevada a condição de objeto a ser possuído e dominado” (GONÇALVES, op. cit., p.34).

É nesse contexto que se dá a separação entre as ciências da natureza (física, química e biologia) e as ciências humanas (economia, sociologia, antropologia, história, psicologia entre outros) lançando as bases da ciência moderna (Clássica). De acordo com Santos (1995) a evolução das diversas ciências particulares, durante o século XX, colaborou para que houvesse avanços significativos nos setores científicos e tecnológicos, todavia, resultou em uma especialização acentuada do saber, como implicação o entendimento de mundo frequentemente ficou comprometido.

Consonante com o pensamento de Santos (1995), Morin (2005) afirma que:

A hiperespecialização contribui fortemente para a perda da visão ou concepção de conjunto, pois os espíritos fechados em suas disciplinas não podem captar os vínculos de solidariedade que unem os conhecimentos. Um pensamento cego ao global não pode captar aquilo que une elementos separados. O fechamento disciplinar, associado à inserção da pesquisa científica nos limites tecnoburocráticos da sociedade, produz a irresponsabilidade em relação a tudo o que é exterior ao domínio especializado (p. 72-73).

As descobertas científicas no campo da física, biologia e química a partir do ano de 1960 contribuíram diretamente para que a ciência fosse questionada pelo seu reduativismo e por não dar conta de compreender e explicar a complexidade das relações sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais vigentes.

A mudança do paradigma mecanicista para o uma visão holista e ecológica ocorreu a partir da Teoria Geral dos Sistemas proposta pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy nos anos



de 1940, essa teoria baseia-se na “maneira inteligível de estudar uma organização e estudá-la como sistema, uma vez que a análise dos sistemas trata a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes” (BERTALANFFY, 1975, p.25).

Os movimentos sociais organizados segundo Mendonça (1993) tiveram um papel importante nessa conjuntura por questionarem a ordem mundial hodierno, a depredação do meio ambiente, o risco do extermínio da vida na Terra em decorrência da disputa pela hegemonia mundial entre as duas grandes potências bélicas da época, Estados Unidos e União Soviética.

A crise ambiental chamou a atenção de líderes de vários países que participaram da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano celebrado em Estocolmo na Suécia (1972), esse evento sociopolítico foi um marco importante no trato das questões ambientais, a partir desse momento as questões relacionadas ao meio ambiente passaram a ser mais evidenciadas e debatidas por vários setores da sociedade (MENDONÇA, op. cit., p. 46).

Para que se possa ter uma compreensão da dimensão dos problemas ambientais que englobam aspectos físicos, sociais, políticos, econômicos e culturais, faz-se necessário um esforço interdisciplinar, uma revisão das teorias e práticas das diversas disciplinas,

Na medida em que demanda uma análise compreensiva, totalizante, uma análise na qual as pessoas vindas de diversos horizontes e que trabalham com a realidade presente, tenham o seu passo acertado através do mundo, através de um legítimo trabalho interdisciplinar [...] a necessidade de partirmos de metadisciplinas que conduzam à visão sistemática da realidade não exclui as especializações, pois estas continuam necessárias. Por isso, uma exigência também essencial é a de bem precisar o objeto de estudo. Entendemos que um objeto de estudo supõe uma visão do real que denota um sistema de pensamento: a partir do mesmo objeto, as visões podem ser diferentes (SANTOS, 1995, p.695-696).

De encontro ao pensamento de Santos, Raynaut (2011, p. 103) afirmar que “a interdisciplinaridade é sempre um processo de diálogo entre disciplinas firmemente estabelecidas em sua identidade teórica e metodológica, mas conscientes de seus limites e do caráter parcial do recorte da realidade sobre a qual operam”. É consciente desses limites que o presente estudo se propõe a analisar a degradação da cobertura vegetal e as implicações ambientais no município de Barra de Santana-PB.

### **3.2 Conceito de degradação ambiental**

A degradação ambiental tem sido analisada por vários pesquisadores a partir do viés teórico de cada ciência. Alguns cientistas atribuíam o processo de degradação do ambiente a causas naturais, outros afirmam que é um problema social que envolve uma relação direta entre a utilização dos recursos naturais, o crescimento econômico e a acumulação de capital. Essa interação sociedade-natureza ocorre sem que sejam levados em consideração as consequências decorrentes das alterações nos ecossistemas e a dimensão dos impactos ambientais no curto e longo prazo.

Para Kamogawa (2003, p.10) a “degradação ou depreciação do meio ambiente ocorre por duas maneiras: uma devido à utilização dos seus recursos naturais, outra é função das externalidades negativas, geradas pelos processos produtivos do consumo”. Segundo Silva e Ribeiro (2004), a degradação ambiental é caracterizada pelo desmatamento, a derrubada da floresta e a queimada da vegetação tendo por objetivo aumentar as áreas limpas para atender atividades econômicas como agricultura e pecuária.

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81) define degradação ambiental como qualquer “alteração adversa das características do meio ambiente (art.3º, inciso II)”. Assim, trata-se de uma definição conceitual amplamente abrangente onde estão elencados “todos os casos de prejuízo à saúde, ao bem-estar das pessoas, às atividades sociais e econômicas, à biosfera e às condições estéticas e sanitárias do meio, que a mesma lei atribui à poluição (SÁNCHEZ, 2008, p.26)”.

A degradação ambiental existe de várias formas e está relacionada aos vários componentes verticais de uma unidade de terra como, por exemplo, atmosfera, vegetação, solo, geologia e hidrologia. É preciso salientar que alguns processos ambientais como a lixiviação, erosão, movimentos de massa, entre outros, podem ocorrer com ou sem a intervenção humana (CUNHA; GUERRA, 2000).

No entanto, o desenvolvimento das atividades antrópicas nocivas exerce forte pressão sobre o meio ambiente causando consequências irreversíveis aos recursos naturais. Dessa forma, “degradação ambiental pode ser conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental” (SÁNCHEZ, 2008, p.43).

Araújo (2005, p.20) reforça a discussão ao afirmar que:

A degradação ambiental pode ser proveniente, por exemplo, das condições atmosféricas adversas que vêm sendo induzidas pelo homem, provocando a mudança no clima global. Ou pode ser proveniente da própria cobertura vegetal e da população animal (densidade e diversidade) por meio da ação direta do homem e agravada por períodos de seca, de natureza mais ou menos cíclica (Sahel, sudeste da

África e nordeste do Brasil). No entanto, esse tipo de degradação já se mostrou reversível em poucos anos após o retorno das chuvas e o isolamento da área, frente à ocupação animal e humana. Entretanto, essa reversibilidade pode não se estender a toda biodiversidade existente anteriormente.

Logo, verifica-se que a degradação das terras envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra. Tal redução tem proporcionado o abandono ou degradação/desertificação das terras na região semiárida do Nordeste brasileiro que pode estar ocorrendo de acordo com Araújo (2005, p.19), devido a “processos naturais, tais como ressecamento do clima atmosférico, processos naturais de erosão, alguns outros de formação do solo ou uma invasão natural de plantas ou animais nocivos”.

### **3.2.1 O processo de Desertificação**

Os impactos das alterações climáticas, a seca e a desertificação estão intimamente interligados, e de forma mais aguda é experimentada por populações cuja subsistência depende principalmente da utilização dos recursos naturais. Trata-se de uma grande preocupação para as comunidades internacionais, uma vez que esse fenômeno tem limitado seriamente a segurança alimentar mundial, a segurança ecológica, a estabilidade socioeconômica, bem como o desenvolvimento sustentável.

Segundo Reynolds et al. (2007, p.847), a desertificação nas terras áridas (entre 10 a 20% das áreas com alguma forma de degradação do solo grave) afeta de forma negativa a relação de sustentabilidade entre os ecossistemas e os meios de vida de uma população emergente de aproximadamente 250 milhões em todo o mundo, tornando-se um dos principais desafios do século XXI.

Esse fenômeno é responsável pelas alterações das características climáticas, do solo e da vegetação, resultando em perda constante de serviços ecossistêmicos cruciais para a conservação da vida. Suas implicações em ampla escala incluem a emigração de refugiados ambientais deslocados de áreas degradadas, mudanças climáticas, e a alteração dos ciclos biogeoquímicos globais resultantes da emissão e transporte em longa distância de poeira mineral fina (D’ODORICO et al., 2012, p.326).

O termo desertificação foi cunhado pelo cientista francês Louis Lavauden no ano de 1927, em seguida difundido por André Aubreville, engenheiro florestal francês a quem coube o uso do termo pela primeira vez no final dos anos de 1940, após estudar a ocorrência de

intensos processos de degradação que ocorreram em alguns estados do meio oeste norte americano. A degradação ambiental através de desmatamentos e a intensificação da exploração dos solos por meio da agricultura e pecuária, agravados por uma forte seca entre os anos 1929 e 1932, foram às causas principais do processo e essa área tornou-se conhecida como a Grande Bacia de Pó ou *Dust Bowl* (MATALLO JR, 2003, p.9).

No ano de 1949, Aubreville utilizou o termo desertificação para caracterizar áreas com fisionomia semelhante a um deserto que estavam se expandindo para o norte, das zonas mais áridas do Saara para as regiões Semiáridas e Subúmidas do norte da África (SOARES et al., 2011, p.175).

No início da década de 1970 houve uma grande seca na região localizada abaixo do deserto do Saara, conhecida como Sahel, onde mais de 500.000 pessoas morreram de fome, foi a partir daí que a comunidade internacional reconheceu o impacto econômico, social e ambiental do problema e estabeleceu um programa mundial de ação para combater a desertificação, que resultou no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) no ano de 1977, reconhecida como Conferência de Nairóbi, sua principal finalidade foi traçar o Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação – PACD (SOUSA, 2007, p.67).

No Brasil, o Prof. João Vasconcelos Sobrinho (1971) é considerado como um dos pioneiros nos estudos sobre a desertificação, ele apresenta as primeiras ideias sobre os núcleos de desertificação através da publicação de sua monografia intitulada *Núcleos de Desertificação no Polígono das Secas* (MATALLO JR, 2001, p.50).

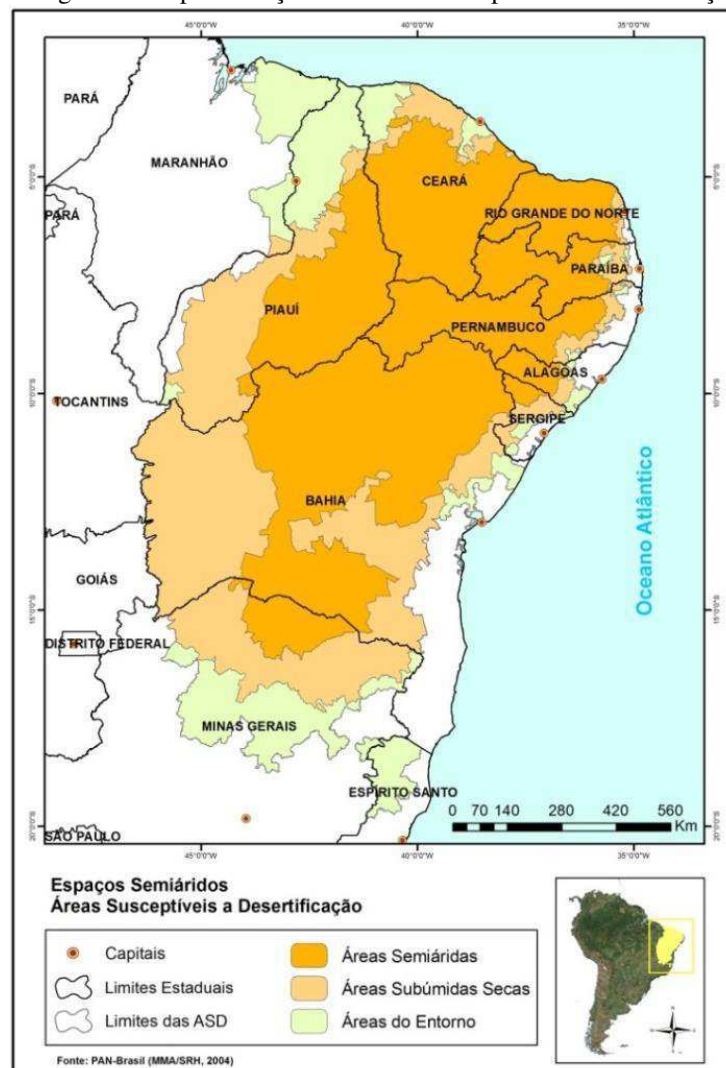
A discussão conceitual sobre desertificação evoluiu a partir do ano de 1980 e acabou sendo consolidado na Agenda 21, na Conferência do Rio, no ano de 1992. Nesse documento a desertificação foi definida como sendo “a degradação das terras nas regiões semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas” (AGENDA 21, 1996, p. 123).

Esse processo é considerado como resultado final da exploração inadequada dos recursos naturais de uma região, caracterizada pela degradação do solo, dos recursos hídricos, pelo desmatamento e pela extinção da biodiversidade, de acordo com o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação - PAN Brasil (2004). Este desequilíbrio compromete a predisposição produtiva da terra e a sustentabilidade das gerações futuras por afetar diretamente as relações sociais, econômicas, culturais e rurais das áreas onde esse processo se faz presente.

No Brasil, as áreas em algum estágio de degradação e suscetíveis à desertificação correspondem a 1.338.076 km<sup>2</sup> (15,72% do território brasileiro) e atinge 31,6 milhões de habitantes (18,65% da população do país) em 1.482 municípios, distribuídos em 11 Estados, especialmente os da região Nordeste, os do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, essas áreas correspondem aos climas semiáridos e subúmido seco, 62% dessas áreas estão em zonas originalmente ocupadas por caatinga bastante alteradas (BRASIL, 2004; SOUZA, 2007).

A Figura 01, apresenta a espacialização das áreas suscetíveis a desertificação classificadas - Áreas Suscetíveis à Desertificação em áreas semiáridas, áreas subúmidas secas e áreas do entorno - a partir do índice de aridez (IA) (razão entre precipitação pluviométrica e a evapotranspiração) que tem como base a classificação climática de Thornthwaite (1941).

Figura 01: Espacialização das Áreas Suscetíveis a Desertificação.

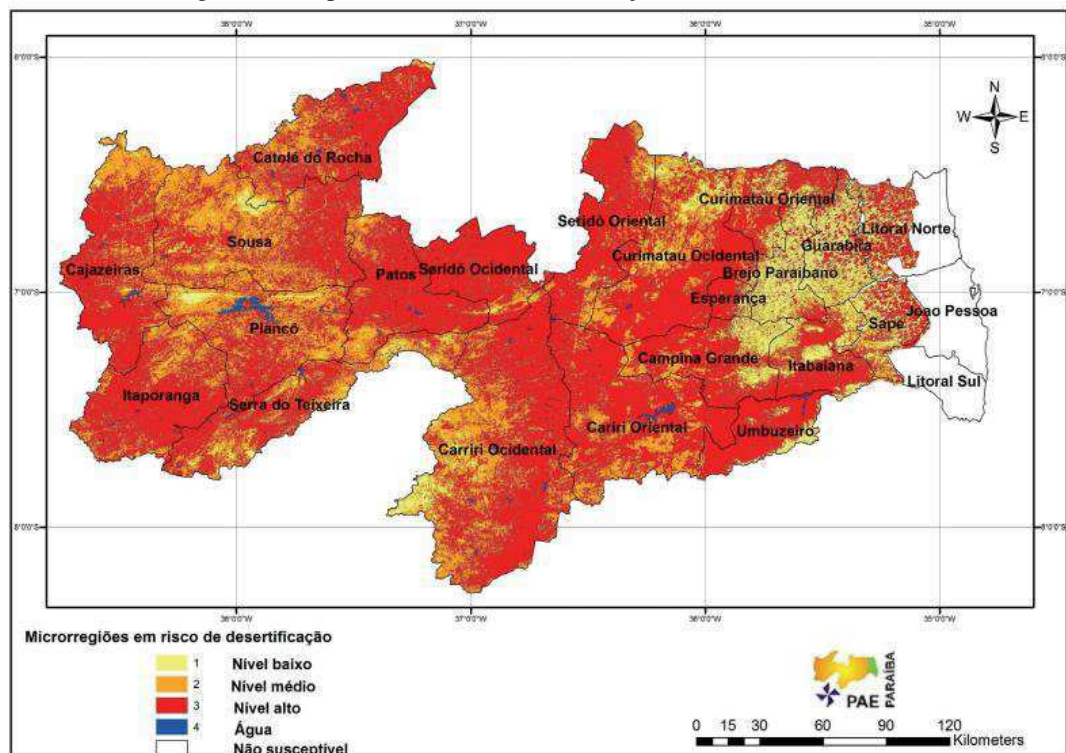


Fonte: Adaptado de BRASIL (2007).

Das áreas mais afetadas no Nordeste destacam-se quatro, são os chamados “núcleos de desertificação”, que estão nos municípios de Gilbués (PI), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE), além da região do Seridó (RN), totalizando uma área de 18.743,5 km<sup>2</sup> (PAE-PB, 2011, p.12).

A Figura 02, apresenta a espacialização dos Níveis de Desertificação nas 23 microrregiões do Estado da Paraíba, os critérios para classificação foram baseados análise da cobertura vegetal nativa, nos diversos tipos de uso das terras, erosão, matéria orgânica e densidade populacional. As Microrregiões Cariri Oriental e Cariri Ocidental, conhecidas anteriormente como Cariris Velhos, bem como do Seridó Ocidental e Oriental, apresentam os maiores níveis de degradação do Estado da Paraíba.

Figura 02: Mapa dos Níveis de Desertificação do Estado da Paraíba.



Fonte: PAE-PB (2011).

Segundo Barbosa, M. P. (2012) 63,54% do território paraibano está comprometido com o processo de desertificação em estágio moderado e severo, as áreas mais afetadas são: a microrregião do Seridó, a sub-bacia do Rio Taperoá e a microrregião do Piancó.

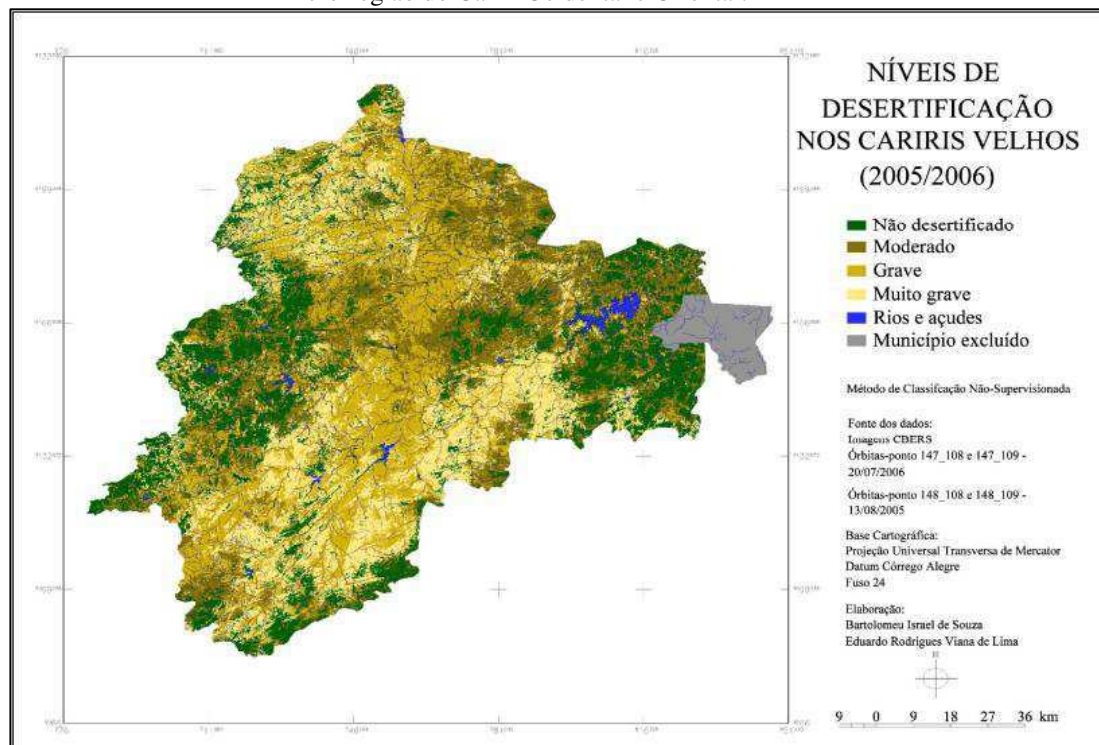
Candido et al. (2002), ao estudarem a microrregião do Seridó Oriental Paraibano observaram que cerca de 50,65% dessa área apresentou nível de degradação moderado e 44,86% com nível de degradação grave. De acordo com Oliveira et al. (2009) esses números mostram que 95,51% da referida área está severamente comprometida. Os resultados da

pesquisa apontam que 2,28% desse território (21,68 km<sup>2</sup>) já são caracterizados como núcleos de desertificação.

Ao estudar o processo de desertificação na região dos Cariris Velhos no Estado da Paraíba, atual microrregião do Cariri Ocidental e Oriental, Souza, I. B. (2008) constatou que além dos déficits hídricos acentuados e as limitações edáficas, esse espaço conta com aglomerados urbanos com baixa densidade demográfica. Outros aspecto importante mencionado diz respeito as mudanças na estrutura fundiária, a não modificação cultural e tecnológica no trato das atividades agropecuárias e as políticas públicas que fomentaram a implantação da irrigação e consequentemente a salinização dos solos.

A Figura 03, apresenta a espacialização dos níveis de desertificação na região do Cariris Velhos, atual microrregiões do Cariri Ocidental e Cariri Oriental. Os resultados do mapeamento dos níveis de desertificação efetuados por Souza, I. B. (2008) demonstraram que entre 2005/2006, cerca de 77,4% da região já apresentava algum nível de desertificação. Desse total, 50% correspondem aos níveis mais elevados de degradação, onde os solos apresentaram uma cobertura vegetal mínima ou inexistente.

Figura 03: Níveis de desertificação entre os anos de 2005 e 2006 Cariris Velhos – PB atual Microrregião do Cariri Ocidental e Oriental.



Fonte: Souza (2008).

Incentivos governamentais destinados ao reflorestamento para fins pastoris têm provocado situações ambientalmente desastrosas ao longo do tempo como, por exemplo, a

introdução de espécies exóticas. A Algaroba (*Prosopis juliflora*) é um bom exemplo, ela contribuiu de certo modo para agravar a situação do meio biofísico, por tratar-se de um tipo de vegetação invasora tem a capacidade de formar maciços populacionais com alta densidade impedindo a resiliência dos ecossistemas se tornando danosas as espécies nativas (SOUZA, op cit., 2008).

As causas do processo de desertificação inicialmente foram definidas a partir das características climáticas e pedológicas existentes no semiárido brasileiro, entretanto, esse entendimento passou a mudar com a introdução do fator antrópico, isto em virtude das atividades econômicas predatórias implantadas ao longo do tempo e ao manejo inadequado dos recursos naturais principalmente do Bioma Caatinga.

### **3.3 Semiárido Brasileiro (SAB)**

A região do Nordeste do Brasil (NEB) abrange uma área de 1.554.291,74 Km<sup>2</sup> segundo o IBGE (2015), representa 18,2% do território brasileiro e é composto por nove estados, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Alagoas, Bahia, Maranhão e Piauí. O NEB está dividido em quatro sub-regiões definidas por aspectos climáticos, vegetacional e geomorfológicos, são elas: Zona da Mata, Agreste, Sertão e Meio Norte.

Segundo Travassos (2012) das quatro áreas o Sertão destaca-se pela sua principal característica, o clima semiárido quente e seco, esse atributo físico é uma particularidade dessa sub-região que se concentra em torno de 90% do território do Nordeste brasileiro.

Oficialmente a região semiárida foi criada a partir da Lei Federal nº 7.827, de setembro de 1989 para substituir o Polígono das Secas, o critério estabelecido foi a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm. A Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) ficou responsável pelo estabelecimento dos limites dessa região e modificá-lo, como ocorreu na década de 1990, por critérios técnicos ou por pressões políticas (BRASIL, 2007).

A delimitação oficial do Semiárido foi redefinida pela Portaria Interministerial nº6, de 29 de março de 2004, assinada pelos Ministérios da Integração Nacional e Meio Ambiente, essa nova delimitação tornou-se a base para a adoção de políticas de apoio ao desenvolvimento da região (BRASIL, 2007).

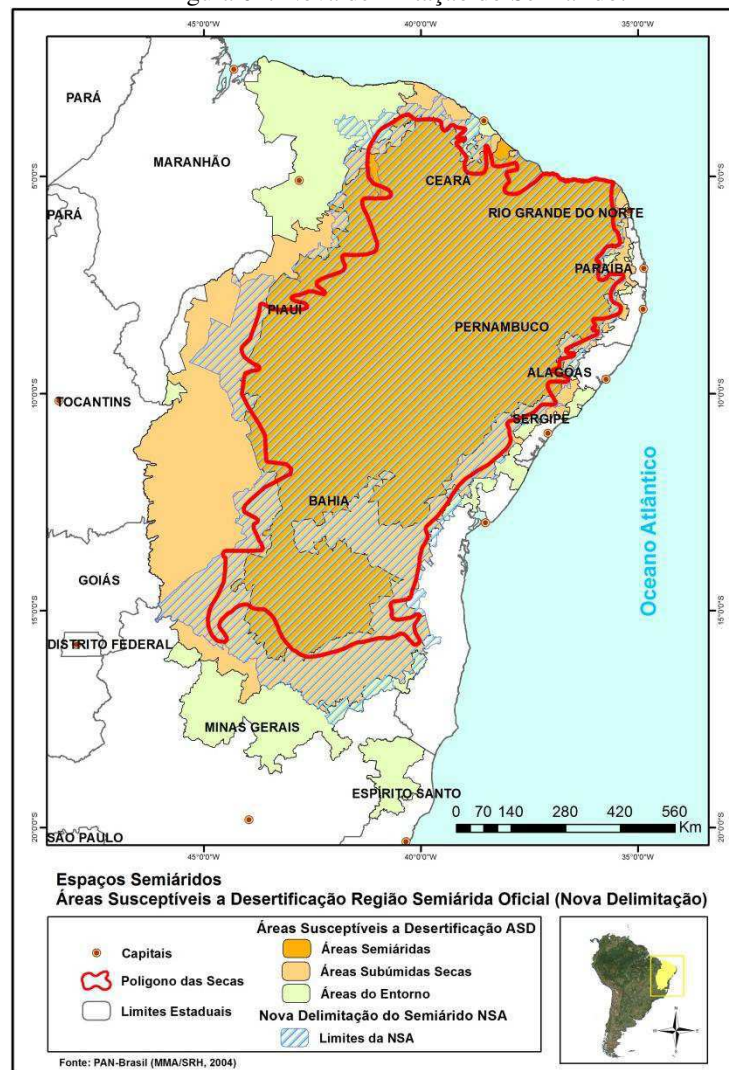
Os parâmetros adotados para nova delimitação do Semiárido brasileiro foi estabelecido através de três critérios técnicos: a) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; b) Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as



precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e c) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (BRASIL, 2007).

A Figura 04, apresenta os limites do antigo Polígono das Secas sobreposto a nova delimitação do Semiárido e as áreas Susceptíveis a Desertificação, facilitando a visualização do aumento dos limites do Semiárido após serem estabelecidos os novos critérios e a introdução de novos municípios que se enquadram em algum dos critérios adotados.

Figura 04: Nova delimitação do Semiárido.



Fonte: Adaptado do BRASIL (2007).

Todos os municípios que pertencem à área da antiga SUDENE, inclusive os municípios do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo e os municípios que se enquadraram em pelo menos um dos parâmetros estabelecidos passaram a adotar e aplicar de forma consolidada os critérios definidos. A área categorizada oficialmente como semiárido brasileiro aumentou de

892.309,4 km<sup>2</sup> para 969.589,4 km<sup>2</sup>, dos 1.031 municípios já incorporados passou para 1.113 (BRASIL, 2007).

Os impactos socioeconômicos que a seca produz sobre a população da região - certamente os que estão em condição de alta vulnerabilidade e residem na zona rural ou urbana - acontece de forma silenciosa e é tratada apenas como uma condição natural da semiaridez, entretanto, trata-se também, de uma construção histórica, sociopolítica, econômica e cultural que tem se desenvolvido ao longo do tempo.

### 3.3.1 O fenômeno das Secas

Segundo Landsberg (1982) a seca é definida meteorologicamente pela prolongada falta de chuva, sendo geralmente vistas pela magnitude do seu impacto sobre a biosfera e sobre as atividades humanas. A seca pode ser considerada de acordo com Blain e Brunini (2005) como fenômeno que ocorre quando a precipitação pluvial de uma região diminui consideravelmente em relação ao que seria climatologicamente esperado, isto pode acarretar desequilíbrios hidrológicos severos que podem impactar diretamente nos sistemas agrícolas.

O conceito de seca enquanto fenômeno natural e seus impactos (início e término) podem ser obtidos a partir de alguns índices como, Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI), Índice Padronizado de Precipitação (SPI), Índice de Desvio de Chuva de Lamb (LRDI) entre outros. Todavia, a compreensão sobre a seca vai muito além da sua condição física, esse fenômeno tem o potencial de desestabilizar a economia e acentuar as condições de miséria e pobreza das populações vulneráveis que habitam áreas praticamente desassistidas pelo poder público.

Como consequência tende a forçar o movimento migratório dos afetados por este fenômeno, influenciando principalmente o imaginário popular que a vê como uma condição determinista e não como uma forma de manutenção do *status quo* de algumas minorias que tem se beneficiado das “ajudas” governamentais ao longo tempo.

Dessa forma, a sua definição vai depender principalmente da abordagem temática atribuída a ela. Valiente (2001) define seca com base em quatro fatores:

- **Seca Meteorológica:** é caracterizada pelo déficit da precipitação em relação ao valor normal induzindo o desequilíbrio entre precipitação e a evaporação;

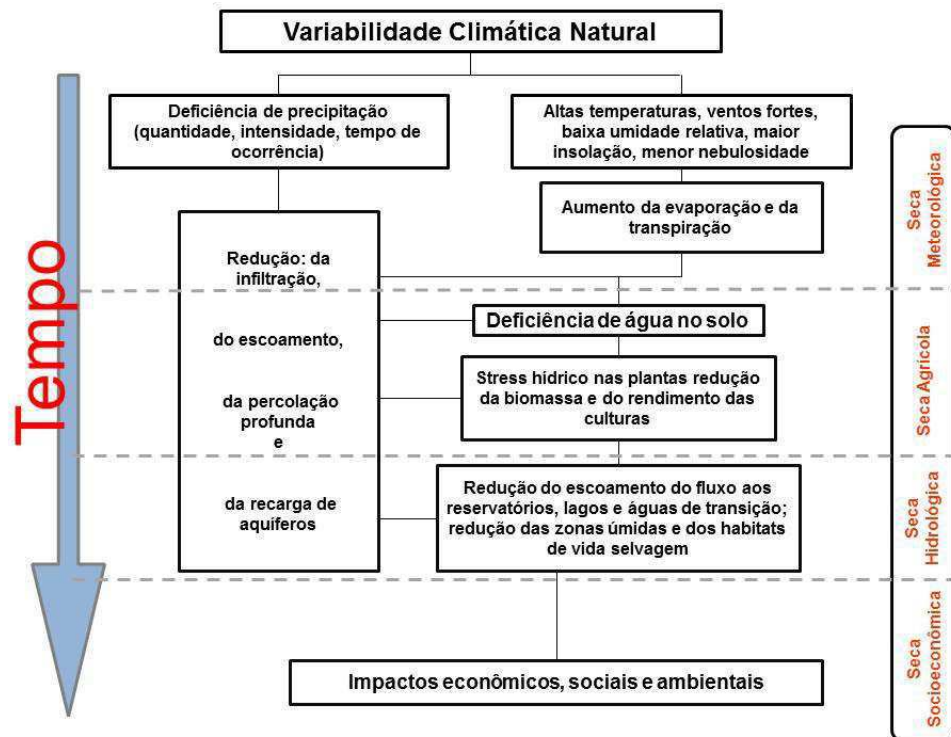
- **Seca Hidrológica:** ocorre quando há redução dos níveis médios de água em reservatórios de superfície e subterrâneos por um determinado período de tempo podendo ser de dias, semanas ou anos sucessivos;

- **Seca Agrícola:** ocorre quando as secas meteorológicas e hidrológicas se combinam impactando diretamente na agricultura, ou seja, está associado a disponibilidade de água no solo para suporte ao crescimento e desenvolvimento das plantas;

- **Seca Socioeconômica:** ocorre quando o déficit de água induz a falta de bens ou serviços devido a um volume de água inadequado, resultante de uma má distribuição das chuvas, aumento no consumo, ou ainda de um mau gerenciamento dos recursos hídricos.

De forma resumida a Figura 05, elucida a ocorrência dos tipos de secas a partir de fatores físicos em uma escala de tempo determinado, podendo afetar diretamente a sociedade causando impactos negativos quando a escassez hídrica torna-se acentuada.

Figura 05: Sequência de evolução para diversos tipos de secas.



Fonte: Valiente (2001); Andrade, K. S. (2008).

A seca se diferencia de outros tipos de desastres naturais por iniciar-se lenta e silenciosamente, não é fácil determinar o momento exato do início ou da sua extremidade, seus impactos não são visíveis no curto prazo. “Esta falta de visibilidade, sensibilização e caracterização dos riscos podem levar a muito sofrimento humano e grandes perdas econômicas em nível local, como no caso da agricultura de pequena escala ou de subsistência” (SENA et al., 2014, p.10738).

A ocorrência desse fenômeno natural no Semiárido Brasileiro (SAB) segundo Marengo et al. (2011) deve-se a posição geográfica, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempo que estão entre as principais condições que determinam a variabilidade do clima desse espaço que é caracterizado pelo atraso da pluviosidade e sua irregularidade espaço-temporal.

Associado aos fatores supracitados, outros mecanismos atmosféricos influenciam diretamente na variabilidade climática no SAB. Quando a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se apresenta mais para o hemisfério sul ( $\approx 4^\circ\text{S}$ ) ocorre a máxima precipitação no SAB (entre fevereiro e abril) no período do verão-outono, os valores mínimos de chuva acontecem quando a ZCIT se desloca para o hemisfério norte e se posiciona entre 4 a  $5^\circ\text{N}$  (entre junho e setembro) (MARENGO et al., 2011).

De acordo com Marengo (2007) a ocorrência El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem sido observado em algumas áreas do país sendo relacionado aos episódios de secas no Nordeste durante o El Niño, e secas durante La Niña e excesso de chuva e enchentes durante El Niño no Sul do país. Na Tabela 01 observa-se os anos de seca que coincidem com o El Niño Oscilação Sul (ENOS).

Tabela 01: Anos de seca no Nordeste brasileiro coincidente com anos de El Niño, durante os últimos quatro séculos.

Século XVII	Século XVIII	Século XIX	Século XX	Século XXI
1603	1711	1804	1900	2001
1614	1721	1809	1902	2002
1692	1723-24	1810	1907	2015-16
	1736-37	1816-17	1915	
	1744-46	1824-25	1919	
	1754	1827	1932-33	
	1760	1830-33	1936	
	1772	1845	1941-44	
	1776-77	1877-79	1951	
	1784	1888-89	1953	
	1790-94		1958	
			1970	
			1979-80	
			1981	
		1891	1982-83	
		1898	1986-87	
			1991-92	
			1997-98	

Fonte: Magalhães et al. (1988); Marengo et al. (2011); Climate Prediction Center (2015)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Climate Prediction Center da NOAA – EUA. Historical El Niño/La Niña episodes (1950-present). Disponível em: <[http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)> Acesso em: 18/05/2016.

Esses eventos ocorrem segundo Marengo et al. (2011) quando os padrões normais da Temperatura de Superfície do Mar (TSM) são alterados ocorrendo o aquecimento tanto da TSM quanto do Ventos Alísios na região do Pacífico Equatorial (El Niño), como consequência tem-se a alteração do clima regional e global.

### 3.3.2 Breve histórico das políticas públicas de “combate à seca” no Nordeste

Política pública segundo Souza, C. (2006, p.26), deve ser entendida como “o campo do conhecimento que busca, ao mesmo tempo, “colocar o governo em ação” e/ou analisar essa ação e, quando necessário, propor mudanças no rumo ou curso dessas ações”. Trata-se de uma ferramenta governamental responsável por ações e decisões que possam beneficiar direto ou indiretamente a sociedade, voltada para solucionar ou não certos problemas. As políticas públicas também podem ser representadas como o produto final da disputa entre uma fração da sociedade que procura proteger e garantir seus privilégios.

No Nordeste brasileiro, as políticas públicas e sociais desenvolvidas ao longo do tempo foram baseadas na relação de poder entre os diversos atores sociais presentes nesse espaço. Os prolongados períodos de estiagem e o flagelo vivido pelas populações vulneráveis do semiárido serviram para manter durante muito tempo o *status quo* da elite latifundiária e das oligarquias, uma vez que esse fenômeno foi responsabilizado por todos os problemas sociais e econômicos.

Desse modo, a compreensão sobre os eventos das secas periódicas e a elaboração de soluções que serviram para minimizar seus impactos são mostrados a seguir de forma breve, não é o foco principal dessa pesquisa tratar especificamente da construção das políticas públicas e sociais desenvolvidas nesse espaço, mas é necessário compreender como elas foram iniciadas e a quem serviram ou servem.

Os relatos dos períodos de secas no Brasil de acordo com Gareis et al. (1997) são descritos desde o século XVI, o jesuíta Antônio Pires (1552) foi responsável por uma das primeiras referências ao fenômeno das secas no Nordeste brasileiro junto com outro jesuíta chamado Fernão Cardim (1583).

O fenômeno das secas no SAB só passou a ser historicamente consideradas como problema nacional a partir da segunda metade do século XVIII (1877-1879). Segundo Villa (2000), os efeitos desse fenômeno foram catastróficos, teria dizimado cerca de 4% da população nordestina, erigindo o Nordeste desde então em “região-problema”. As políticas

assistencialistas criadas para atender essa região surgiram a partir da solicitação de providências a serem tomadas pelo imperador Dom Pedro II para amenização da situação ocasionada por essa grande seca.

No final do século XIX e início do século XX as lideranças políticas locais aumentaram a pressão sobre o governo por ajuda durante os períodos de escassez de chuva, as ações emergenciais e as ações hídricas estavam entre as principais reivindicações. A institucionalização das propostas de combate aos efeitos da seca surge dentro dessa conjuntura com a instalação da “Comissão de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas” em 1904, e posteriormente com a criação da “Superintendência de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas” (SILVA, 2007, p.472).

Alguns anos depois foi criada a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) a partir do decreto presidencial nº 7.619, de 21 de outubro de 1909, “esse órgão iniciou suas pesquisas nas regiões mais atingidas pelas estiagens e concluiu que a melhor solução seria estabelecer uma política de armazenamento de água para suprir a população e a agricultura nos momentos de escassez”, por conseguinte, as bases da política hidráulica para o “combate à seca” foram consolidadas (ANDRIGHETTI, 1998, p.20).

No ano de 1919 esse órgão se transformou na Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca (IFOCS), com a severa seca no ano de 1932 o governo autorizou a construção de reservatórios, grandes, médios e pequenos com o pressuposto de tornar a região menos vulnerável aos efeitos das secas, houve também a criação de frentes de trabalho que foram direcionadas aos flagelados nos municípios de origem. Para Campos (2014, p.77) é a partir desse período que se intensifica o paradigma da “solução hidráulica”.

Esse órgão foi responsável também pelo estabelecimento do Polígono das Secas no ano de 1936, essa delimitação tinha como suposição o desenvolvimento e a operacionalização das políticas de mitigação aos efeitos da seca transformando-se em área de atuação desse aparelho estatal (TRAVASSOS, 2012, p.74).

No ano de 1945 o IFOCS tornou-se Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS), surgiu com uma proposta bem ampla ao se propor “combater a seca” em qualquer lugar do país. No entanto, como aparelho estatal operante estava subordinado às intervenções políticas das elites regionais que disputavam nos parlamentos as verbas disponíveis. O DNOCS mostrava-se impossibilitado de atuar sem ter que seguir as diretrizes que permeiam os interesses dos grandes latifundiários e coronéis (ANDRIGHETTI, 1998, p.20).

Uma das mais intensas secas da história climática do Nordeste aconteceu no ano de 1958, independente de dispor de uma rede de açudes, estradas e um aparato institucional

significativo, tais como o DNOCS, Banco Nacional do Nordeste (BNB), a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF) e a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), foram criadas frentes de serviço para atender 500.000 habitantes da região semiárida, o dobro dos que foram atendidos na seca de 1932 (CAMPOS, 2014, p.78).

O Seminário para Desenvolvimento Econômico do Nordeste, realizado em Garanhuns (PE), de 26 de abril a 3 de maio de 1959, de acordo com Campos (2014, p.78) foi o marco para o desenvolvimento regional do Nordeste, foi debatido tanto por cientistas, como por técnicos, políticos e empresários. É nesse contexto que a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) emerge sob o comando de Celso Furtado.

O paradigma da solução hidráulica no Nordeste deixou de ser prioridade a partir do momento que as leituras sobre o fenômeno das secas deixam de ser baseadas apenas em aspectos climáticos passando a ser aceita a condição econômica e social. A busca da “modernização econômica e técnica” das atividades produtivas no Semiárido passaram a nortear as políticas oficiais como forma de solucionar o problema das secas (SILVA, 2007, p.473).

Com o início do Regime Militar houve uma modernização conservadora, uma parte dos projetos desenvolvidos a priori pela SUDENE passaram a ser abandonados e outros foram desenvolvidos através da política industrial com a transferência de empresas sediadas no sudeste, modernização do setor agrícola e o fomento a práticas de irrigação em algumas localidades, conhecidas como “ilhas verdes”. O DNOCS passou a desempenhar papel preponderante frente à construção de mais reservatórios.

O que se pode observar com base nessa política desenvolvida pelos governos ao longo do tempo, no tocante a amenização dos efeitos da seca através do IOCS/IFOCS/DNOCS e SUDENE, é que esses mecanismos não contribuíram efetivamente para minimizar os problemas dos trabalhadores rurais e os pequenos proprietários de terra que sempre e ainda estão na condição de extrema vulnerabilidade.

### **3.3.3 A convivência com o semiárido**

A Conferência de Estocolmo (1972) tornou-se um marco na construção do debate sobre as relações essenciais entre desenvolvimento e meio ambiente, resultou na estratégia para harmonizar as necessidades básicas da humanidade com as capacidades limitadas dos recursos naturais. Essa ocasião expressa à manifestação de um novo paradigma, a passagem da

concepção mecanicista para uma visão holística e ecológica, reconciliando ser humano e natureza e rompendo com a visão antropocêntrica (SILVA, 2003, 375).

O crescimento econômico passa a ser observado com bons olhos desde que, justiça social e eficiência no uso dos recursos naturais façam parte do processo. Essa idealização passou a conduzir o discurso sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo constituir avanços na formulação de alguns princípios e critérios de sustentabilidade.

A partir desse enfoque,

A dimensão social da sustentabilidade expressa a perspectiva incluyente do desenvolvimento como estratégia de redução das disparidades de renda e de riqueza, com um patamar razoável de homogeneidade social. Submetida a essa orientação sociocultural e ambiental, a sustentabilidade econômica é a promoção do crescimento das forças produtivas e da produtividade ambientalmente equilibrada, com a construção de novas dinâmicas de geração e de redistribuição social das riquezas, incentivando atividades produtivas adaptadas às condições ecológicas de cada território, baseando-se na utilização racional dos recursos naturais e na valorização do trabalho humano. A sustentabilidade política é explicitada num processo contínuo e participativo de conquista da cidadania, com a democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos, incluindo a capacidade de participação na formulação e implementação de projetos de desenvolvimento (SILVA, 2007, 475).

Com base no que foi exposto, o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como algo que é durável, sustentado primeiramente pela natureza, o ecossistema, do qual somos dependentes para tudo. Por conseguinte, “para que possa sustentar-se, ele tem que levar em conta as regras e os limites da natureza. Sem descuidar do bem-estar humano, dos valores da cultura, da realização plena da cidadania” (CAVALCANTI, 2012, p.36).

As críticas ao atual modelo civilizatório de desenvolvimento segundo Silva (2003), tem direcionado a formulação do pensamento rumo a sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável. É neste sentido que a convivência com o semiárido está sendo edificada, levando em consideração a necessidade e a possibilidade de conviver com a Caatinga a partir da valorização do local, da educação formal e informal, da diversidade cultural e a recomposição e afirmação de identidades e territórios.

A convivência com o Semiárido deve justificar-se socialmente através da:

Possibilidade de construção de alternativas apropriadas de trabalho e melhoria de renda, principalmente para a população sertaneja que vive de atividades agrícolas. A construção de novas perspectivas de desenvolvimento junto a populações marcadas pela condição de pobreza exige a articulação das medidas de gestão ambiental sustentável com as iniciativas sociais que resultem em melhoria das condições de vida (SILVA, 2007, p.477).



O discurso da convivência pode tornar-se vazio caso essa conjectura não seja colocada em prática, fazendo com que a miséria que permanece na região fique sem uma resposta adequada dando continuidade a esse panorama marcado pela vulnerabilidade da população pobre. A solução para essa problemática, “implica e requer políticas públicas permanentes e apropriadas que tenham como referência a expansão das capacidades humanas, sendo necessário romper com as estruturas de concentração da terra, da água, do poder e do acesso aos serviços sociais básicos” (SILVA, 2003, p.379).

Essa mudança paradigmática passou a ocorrer de fato com a seca de 1992/93 que mobilizou a sociedade civil organizada e esboçou reação pressionando o governo federal por ações imediatas e cobrando a elaboração de um plano permanente para o Semiárido, a resposta do governo foi a formulação do Projeto Áridas que se trata de uma proposta de desenvolvimento sustentável para o Nordeste.

Este projeto está pautado no reordenamento do espaço e da economia do Semiárido propondo um conjunto de medidas para ocupação demográfica e produtiva compatível com a capacidade de suporte dos recursos da terra e da água, preocupando-se com o meio ambiente e com a melhoria da qualidade de vida nesse espaço inspirado na Conferência Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrido no Brasil em 1992 (Rio-92) (SILVA, 2007, p.478).

Outro marco importante foi a constituição da Articulação do Semiárido (ASA) a partir da união de várias organizações governamentais que estiveram presentes durante a Terceira Sessão da Conferência das Partes das Nações Unidas da Convenção de Combate à Desertificação (COP 3) ocorrida em Recife/PE no ano de 1999, por conseguinte, foi divulgado a Declaração do Semiárido assegurando a possibilidade de convivência com as condições do Semiárido brasileiro (GOMES; PENA, 2012, p.45).

O Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido – Um milhão de Cisternas Rurais (P1MC) foi idealizado pela Articulação do Semiárido (ASA) no ano de 2001. Em dez anos foram construídos cerca de 400 mil cisternas de placas no semiárido brasileiro beneficiando, aproximadamente, 1.200.000 pessoas. A partir do ano de 2007 a rede de entidades elaborou o projeto Uma Terra e Duas Águas – P1+2 fomentando a utilização sustentável da terra e o manejo adequando dos recursos hídricos para produção de alimentos, com a função de promover a segurança alimentar e a geração de renda (GOMES; PENA, op cit., p.46).

O Programa Água para Todos, foi instituído pelo Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011, tem desempenhado um papel importante ao possibilitar a acessibilidade das águas às populações mais pobres do SAB através de várias tecnologias sociais como cisternas de

consumo, de placas ou de polietileno, barreiros e kits de irrigação. Esse programa está voltado ao atendimento prioritário a população de baixa renda ou em situação de extrema pobreza. A meta inicial desse programa foi de instalar 750 mil cisternas, no período de julho de 2011 a dezembro de 2014, até março de 2015 já foram instaladas 823 mil cisternas (BRASIL, 2015).

Das Políticas Públicas que atuam no combate a pobreza cabe destacar o Programa Bolsa Família (PBF) instituído em 2003 ao incorporar benefícios anteriores (Bolsa Escola, Auxílio Gás, Bolsa Alimentação, Cartão Alimentação) trata-se de um programa de transferência direta de renda.

De acordo com Pires e Jardim (2014, p.101) o PBF concentra-se em três dimensões essenciais para o enfrentamento da fome e da pobreza: a) o alívio imediato da pobreza, por meio de transferências diretas de renda; b) o apoio ao desenvolvimento das capacidades das famílias por meio de programas complementares, como o Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI); e c) o reforço ao exercício de direitos sociais básicos como saúde e educação, através das condicionalidades, ou seja, dos tipos de ações desenvolvidas pelo Estado para promoção social, ruptura do ciclo intergeracional da pobreza possibilitando direitos sociais garantidos na Constituição.

O Programa Garantia Safra foi estabelecido em 2002, trata-se de uma política voltada para a agricultura familiar destinada ao segmento mais vulnerável desta categoria social visando garantir renda aos agricultores mais pobres afetados pelas perdas de safras em caso de secas. Os municípios afetados devem estar localizados na região Nordeste do País e dentro da área de atuação da SUDENE, esse programa é executado no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (GRISA; SCHNEIDER, 2014, p.136).

Segundo Campos (2014) os programas sociais como o Garantia Safra, associado ao Bolsa Família, tem demonstrado ser eficiente na redução dos impactos sociais causados pela secas recentes. No entanto, esses programas precisam ser melhorados e adaptados às condições locais das populações que serão atendidas.

São inegáveis os avanços que essas políticas públicas e sociais têm alcançado, mas para mudar a realidade de forma permanente da população vulnerável do semiárido existe um longo caminho a ser percorrido. Questões como o acesso a terra, redução das desigualdades regionais, o combate a pobreza e de modo geral a promoção do desenvolvimento humano deve ser priorizado sem deixar de incorporar as dimensões ambientais a partir de uma visão sustentável.

Nessa conjuntura o fenômeno das secas no Semiárido Brasileiro (SAB) passa ter uma nova compreensão, ao invés de ser atribuída meramente a fatores físicos que tem servido para

ocultar a condição real de vulnerabilidade da população sertaneja afetada periodicamente pelos efeitos das secas, passou a ser caracterizado como produto das relações sociais estabelecidas ao longo de séculos de povoamento nessa região.

### **3.4 Relação entre pobreza e degradação ambiental**

De acordo com Demo (1990, p.10) a pobreza é produto de tipos históricos de organização da sociedade, e não um dado natural, ou seja, é desigualdade produzida que se exterioriza quantitativamente na falta de renda, emprego, habitação, nutrição, saúde. Trata-se da privação das capacidades básicas de um indivíduo (Sen, 2000), e não apenas como uma renda inferior a um patamar pré-estabelecido, mas ter a liberdade (entendida como um tipo de “capacidade”) para escolher seus próprios estilos de vida.

A privação da “liberdade” abarca uma série de limitações que impedem que as pessoas possam levar uma vida desejada por elas. De acordo com Souza, A. P. (2004, p.21) a falta de renda monetária suficiente para obtenção de bens e serviços almejados, implicará em restrições da “capacidade física para desenvolver certas atividades, não ter acesso à educação à saúde, não ter livre acesso à troca de bens e serviços, não ter direitos civis e políticos respeitados”.

Portanto, “a condição de agente livre e sustentável emerge como um pilar fundamental do desenvolvimento” que pressupõe a remoção das “principais fontes de privação de liberdade: pobreza, carência de oportunidades econômicas, negligência dos serviços públicos e estados repressivos” (SEN, 2000, p.18).

Narayan (2000) foi ainda mais preciso ao utilizar o conceito apresentado por Sen e acrescentá-lo um viés mais humanitário e social ao permitir que a própria população pobre pudesse definir o que vem a ser pobreza. A partir da realização de sua pesquisa o referido autor caracteriza a pobreza como polifacética, as definições e suas causas variam em função da idade, da cultura e de outros fatores socioeconômicos, nunca se produz devido à falta de um só elemento, é uma sequência de múltiplos fatores relacionados entre si que partem das experiências das populações e suas definições de pobreza.

Os resultados da pesquisa feita por Narayan (2000) se resumem em seis aspectos que destacam os principais pontos de vista das populações entrevistadas:

- a) a pobreza é um fenômeno com muitas facetas;
- b) é definida comumente como falta do necessário para assegurar o bem-estar material;

c) revela importantes aspectos sociológicos como, a falta de voz, poder e independência que os expõem a exploração;

d) a falta de infraestrutura básica é um problema crítico;

e) o temor a enfermidades por levar muitas famílias a miséria e por não poderem pagar pelos serviços de saúde. A alfabetização é considerada importante, mas a escolaridade não é considerada como um fator relevante;

f) os pobres concentram suas ações mais em ativos do que a renda e consideram a carência de ativos físicos, humanos, sociais e ecológicos estarem vinculada a sua vulnerabilidade e susceptibilidade aos riscos (NARAYAN, op. cit., p.31-32).

De acordo com Cerri e Amaral (1998) o risco pressupõe uma situação de perigo, perda ou dano em razão da probabilidade (incerteza) de ocorrência de um fenômeno natural, induzido ou não pela ação antrópica. Na concepção de Calvo García-Tornel (1984) a relação entre sociedade-natureza condicionam o surgimento dos riscos, podendo acarretar implicações danosas a um grupo devido às estratégias de adaptação que na maioria das vezes se mostram impróprias ou insuficientes diante de determinados acontecimentos, isolados ou em conjunto.

A vulnerabilidade das pessoas à seca e outras ameaças ambientais segundo Haque e Branco (1998) e Wilches-Chaux (1993) estão intimamente relacionadas com as características dos membros da sociedade, em termos da sua capacidade de antecipar, enfrentar, resistir e se recuperar de um impacto negativo, ou a incapacidade de uma comunidade absorver, mediante auto ajuste os efeitos de uma determinada mudança em seu meio ambiente.

Os grupos mais vulneráveis são aqueles que têm uma máxima dificuldade para reconstruir seus meios de subsistência depois do desastre. A população com menor poder aquisitivo sofre mais com os desastres quando comparado com a parcela que detêm condições financeiras mais confortáveis, tendo em vista que pobreza e vulnerabilidade não são termos unívocos, mesmo que eventualmente possam estar correlacionados (BLAIKIE et al., 1996, p.15).

Lavell (1994) afirma que o produto dos processos sociais históricos, atributo da estrutura social faz com que a vulnerabilidade seja fundamentalmente uma condição humana. Envolve também uma combinação de fatores que de acordo com Blaikie et al. (1996) determinam o grau em que a vida e a sobrevivência de alguém está em risco devido a um evento distinto e identificável da natureza ou da sociedade.

A coincidência entre fenômenos naturais severos (inundação, terremoto, secas, entre outros), fortemente influenciados pelas características regionais (como rocha, solo, topografia,

entre outros) ocorrendo onde pessoas habitam, resultam em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos).

A ocorrência desses eventos supracitados pode representar a perda de vidas e deterioração da saúde da população, a destruição ou perda dos bens de uma comunidade e/ou danos severos ao meio ambiente. Portanto, trata-se do produto da convergência dos fatores de risco e vulnerabilidade em um momento e lugar determinado, essa relação é descrita pela fórmula: Desastre = risco x vulnerabilidade (WILCHES-CHAUX, 1993, p.17).

Segundo Cutter (2001) citada por Andrade, K. S. (2008, p.47) os desastres naturais intensificam ainda mais o processo de degradação que tende a deteriorar os recursos naturais limitando ainda mais o seu uso. Dentro desse contexto, as populações pobres se veem obrigadas a explorar os recursos naturais para sobreviver, aumentando o risco com a exposição dos desastres, tanto os provocados por inundações, secas ou deslizamentos (ORTEGA-GAUCIN, 2012, p. 82).

Ao relacionar pobreza com degradação ambiental, Echeverria (1998) afirma que existe uma alta relação entre a população que habita na zona rural e a utilização dos recursos naturais que são a base de sua subsistência (água, alimentos, energia e renda), os limites em relação a qualidade e a quantidade destes recursos atravessam o limiar da sustentabilidade, e começa por falta de outras alternativas, a destruir essa base. Isto ocorre certamente porque a maioria dos pobres que habitam a zona rural se instalam em áreas de baixa potencialidade, incluindo áreas degradadas, corroídas ou semidesérticas e/ou encostas marginais frágeis.

A relação entre pobreza e a degradação ambiental teve ênfase nas discussões que antes se limitavam aos impactos ocasionados pelo crescimento econômico dos países desenvolvidos, essa concepção perdeu espaço a partir da publicação do Relatório Brundtland 1987 (Nosso Futuro Comum), esse documento passou a divulgar a potencialidade dos países emergentes degradarem os recursos naturais de forma mais significativa que os países desenvolvidos.

A degradação ambiental passou a ser associada ao grau de pobreza da população dos países em desenvolvimento, essa concepção induz que “a degradação dos recursos naturais, poderia passar a criar, através de um “círculo vicioso”, uma situação de perpetuação da sua condição como tal” (WAQUIL et al., 2004).

Segundo Broad (1994) a pobreza e os pobres são observados como causas elementares da deterioração do meio ambiente na concepção adotada pela literatura que trata de assuntos como desenvolvimento e meio ambiente. Essas premissas são baseadas no “circulo vicioso” de inspiração Malthusiana que relaciona o crescimento populacional com ampliação das áreas

cultivadas com culturas de subsistência, e, conseqüentemente, desloca os agricultores mais necessitados para áreas periféricas, intensificando a degradação (REARDON; VOSTI, 1995, 1495).

Esse “círculo vicioso” estabelece uma relação direta entre degradação ambiental e empobrecimento do agricultor rural, assim como, uma relação inversa ocorre, neste caso, a diminuição da pobreza será responsável pela minimização da degradação e preservação dos recursos naturais.

Reardon e Vosti (1995) contrapõem essa visão deturpada sobre a condição de pobreza com base no “ciclo vicioso” que não leva em consideração a dinâmica dos diferentes modos de vida, a condição de pobreza pode se mostrar de várias formas, não estando limitada apenas a uma visão única.

Para tentar relacionar pobreza rural com degradação ambiental Waquil et al. (2004) desenvolveram um estudo em dois municípios, Machadinho e Maximiliano de Almeida na região Noroeste do Rio Grande do Sul para verificar se a tese do “círculo vicioso” mencionado com frequência na literatura é verdadeira ou falsa.

Os autores utilizaram um conjunto variáveis socioeconômicos como: renda, tamanho do estabelecimento, idade, escolaridade, saúde, acesso ao mercado, acesso a informação, acesso a crédito, assistência técnica e disponibilidade de bens e infraestrutura. E um conjunto de variáveis ambientais como: utilização de agrotóxicos, derrubada ou queimada das matas, terraceamento, rotação ou consolidação de cultivos, adubação orgânica, utilização da cobertura verde, calagem, reflorestamento, plantio direto e manejo adequado do lixo.

Segundo os autores essas variáveis foram escolhidas por melhor se adequarem as diversas situações abarcando diferentes tipos de pobreza e degradação ambiental que foi estimado a partir de modelos não lineares de regressão. Os resultados sugeriram a refutação da relação entre pobreza e degradação, a conclusão foi que a redução da pobreza rural não implica, necessariamente, em redução da degradação ambiental e o mesmo ocorre inversamente.

De acordo com Waquil et al. (2004) existe uma série de variáveis, como acesso a mercados, informação, crédito e assistência técnica, que podem condicionar as relações entre degradação/pobreza e pobreza/degradação e influenciar diretamente nas estratégias adotadas pelos agricultores familiares. Segundo os autores, a alteração destes condicionantes passa pela proposição e implementação de políticas públicas que permitam o alívio da pobreza rural e a redução da degradação ambiental.

## 4 - ASPECTOS GERAIS DO BIOMA CAATINGA

### 4.1 Breve introdução

Na América do Sul ocorrem três núcleos de regiões semiáridas bem distintas geograficamente. Um desses espaços trata-se da região semiárida que abrange 70% da área do Nordeste e 10% do território brasileiro com 800.000 km<sup>2</sup>, incluindo partes dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (AB'SÁBER, 1974, p.2).

A vegetação predominante nesse espaço é a Caatinga, a maior parte é localizada nas depressões interplanálticas (Ab'Sáber, 1974), com algumas exceções, tais como chapadas, platôs e planaltos. Está situada geograficamente entre o Equador e o Trópico de Capricórnio (3° e 18° sul) (ANDRADE LIMA, 1981, p.10).

De acordo com Cole (1960) durante o Terciário superior e Quaternário inferior ocorreu um grande processo de pediplanação que chegou a descobrir as superfícies atuais dos terrenos antigos (sedimentos do Cretácio ou Terciário) que cobriam o escudo cristalino brasileiro do Pré-cambriano (gnaises, granitos e xistos).

Esses processos erosivos foram essenciais para que a diversificada vegetação constituída por diferentes combinações florísticas ajustadas ao longo do tempo às características desse espaço pudesse se estabelecer. Esses atributos da Caatinga “refletem o gradiente de temperatura e umidade, resultante das variações climáticas que se estabeleceram na região em função das mudanças climáticas globais ao longo dos últimos ciclos glaciais da Terra durante o Quaternário” (OLIVEIRA et al., 2014, p.502).

As pequenas variações climáticas do Quaternário não conseguiram substituir as Caatingas por outras floras, desse modo, pressupõe-se que as Caatingas “possuem fácies suficientemente diferenciadas para resistir, em seu conjunto, aos períodos de acentuação de aridez, não tendo sofrido eliminação por ocasião das eventuais fases subúmidas”. Nos períodos mais secos ocorreu o contrário, a Caatinga deve ter expandido ininterruptamente “os geofácies dotados de plantas tipicamente xerófilas, enquanto nos momentos ligeiramente mais úmidos predominaram maiores extensões de Caatingas arbóreas e matas secas” (AB'SABER, 1974, p.15)..

Os indígenas que habitavam a região semiárida chamavam de Caatinga a “floresta aberta”, “clara” “branca” ou vegetação aberta. Esse aspecto é devido ao mecanismo de adaptação das espécies as características de aridez do ambiente, no período de estiagem as

folhas caem para evitar ainda mais o estresse hídrico, a utilização desse termo manteve-se tanto na linguagem popular como na literatura científica (ANDRADE LIMA, 1981, p.7).

Na concepção de Rizzini (1997, p.515) a Caatinga trata-se de um complexo vegetacional com a predominância de tipos de vegetação constituídos de arvoretas e arbustos decíduos durante o período de seca (cactáceas, bromeliáceas e ervas). É também uma característica sua a quantidade de pequenos ramos secos e duros, “mais ou menos espiniformes, produtos de uma ramificação profusíssima e de uma lignificação a um tempo precoce e intensa”.

Segundo Duque (2004, p.32) a Caatinga é formada por plantas xerófilas, tolerantes a escassez d'água e resistentes à seca. Ele classifica em três tipos:

- Efêmeras: são plantas com o ciclo vegetativo limitado a poucas semanas ou meses, aproveitam a estação chuvosa para a germinação, o crescimento, a floração, a frutificação, e desaparecem com a seca;

- Suculentas: são plantas com caules carnosos, de tecido esponjoso, aquoso, adaptadas a suportar o murchamento, protegem os estômatos para diminuir a transpiração, raízes e órgãos aéreos com a capacidade para absorver umidade do ar à noite, o orvalho e as primeiras chuvas;

- Lenhosas: são árvores e arbustos, com estrutura celulósica, possui mecanismo controlador da transpiração, raízes responsáveis por buscar água no subsolo, e reservas nutritivas nos órgãos subterrâneos e nos caules usados em períodos de seca.

O botânico Dárdano de Andrade Lima (1981) em seus estudos identificou seis unidades com 12 tipos diferentes de Caatingas e tornou-se um dos pesquisadores pioneiros que se propôs a classificar e delimitar o que ele categorizou como Domínio das Caatingas, levando em consideração feições inerentes ao meio biofísico (flora, fauna, solos, clima e geomorfologia).

Seguindo os passos de Andrade Lima (1981) pesquisadores como Duque (2004), Araújo et al. (2005), Giulietti et al. (2006), Sampaio (2010), entre outros, tem contribuído de forma primordial com estudos e revisões, acrescentando informações sobre a Caatinga ao publicarem seus trabalhos.

Mesmo havendo vários estudos, Sampaio (2010, p.29) destaca que falta a identificação de características básicas do Bioma Caatinga, assim como, a seleção das características que são essenciais para que seja possível o enquadramento de áreas e o estabelecimento de limites que possam permitir uma definição oficial ou pelo menos aceitável pelos pesquisadores do tema.



Ao analisar as implicações das diferentes descrições e delimitações da Caatinga, Rodal e Sampaio (2002, p.51) identificaram três características básicas na maioria dos escritos:

(i) a vegetação que cobre uma área grande e mais ou menos contínua, no Nordeste do Brasil, submetida a um clima semiárido, bordejada por áreas de clima mais úmido; (ii) a vegetação desta área, com plantas que apresentam características relacionadas à adaptação à deficiência hídrica (caducifólia, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, cobertura descontínua de copas); e (iii) a vegetação com algumas espécies endêmicas a esta área semiárida e com algumas espécies que ocorrem nesta área e em outras áreas secas mais distantes, mas não nas áreas circunvizinhas.

Essas são características evidentes da vegetação, mas se limita apenas a região de clima semiárido nordestino. Se essas três características fossem utilizadas para nomear a caatinga restringiria toda vegetação contemplando somente as que possuem adaptações à deficiência hídrica deixando de fora os encaves de outras matas (SAMPAIO, 2010, p.29).

O descuido dessa imposição permitiria tratar a Caatinga apenas como um domínio fazendo com que se torne apenas um termo regional, no entanto, devido a complexidade e abrangência do Bioma Caatinga essa ótica *estrito sensu* sobre esse ambiente não é bem aceita pelos pesquisadores que se debruçam sobre o tema.

A região da caatinga tem a maior variabilidade de solos do país, se originam a partir das duas principais formações geológicas: sedimentar e cristalina. A profundidade e as texturas são bem diferenciadas, isto se deve ao material originário e em menor grau ao processo de formação posterior, podendo variar entre os Neossolos Quartzarênicos (muito arenosos) aos Vertissolos (muito argilosos) (SAMPAIO, 2010, p.33).

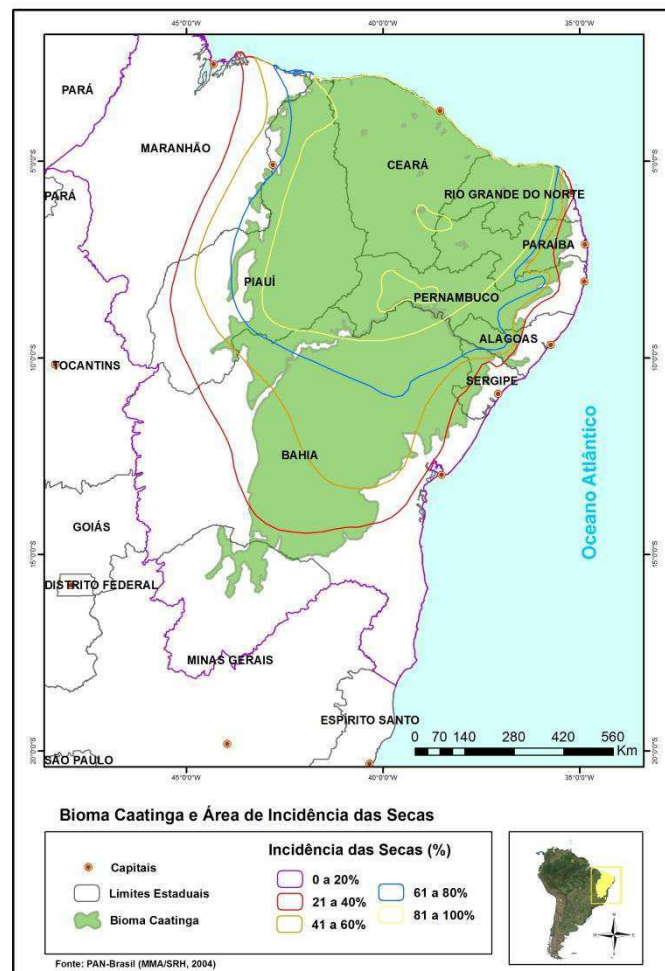
A natureza semiárida dessa região resulta da predominância de massas de ar estáveis Em (Equatorial marítimo) Ta (Tropical atlântico), impulsionadas para Sudeste pelos ventos Alísios que se originam na ação do anticiclone do Atlântico sul, podendo sofrer ocasionais interferências da FPA (Frente Polar Atlântica). A massa úmida Ec (Equatorial continental) que se origina na Amazônia pode alcançar as Caatingas do oeste, essa ocorrência deve-se a uma ação conjunta com o deslocamento em direção ao Sul da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) (AB'SABER, 1974, p.5; PRADO, 2003, p.11).

Segundo Sampaio (2003) há pouca variação das altas temperaturas nessa região, tanto espacial como temporalmente, as médias anuais variam entre 25°C e 30°C não ocorrendo muita diferença das médias dos meses mais frios e mais quentes. Apesar da temperatura e da alta insolação (2.800 h/ano) esses fatores não limitam o crescimento vegetal e não são causa de maior variabilidade ambiental na área de Caatinga.

A região semiárida está entre as isoietas de 300 a 800 mm anuais, com uma evapotranspiração potencial podendo alcançar 2.700 mm anuais. O regime pluvial é bem definido com uma estação úmida e duração de 3-4 meses, período que ocorre cerca de 80% das precipitações anuais; a outra seca, que se estende pelos meses restantes do ano (ARAÚJO FILHO, 2013, p.54).

A delimitação do Bioma Caatinga segundo o BRASIL (2007) é apresentado na Figura 06, estão sobrepostas as áreas de incidência das secas e suas respectivas porcentagens, essa característica climática está relacionada diretamente aos tipos de Caatinga presentes nesse espaço.

Figura 06: Bioma Caatinga e Área de Incidência das Secas.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2007).

Dentre os biomas brasileiros, segundo Giulietti et al. (2003), a Caatinga é vista como um dos mais desvalorizados e mal conhecido botanicamente. Essa ideia equivocada baseia-se

em uma crença injustificada de que a Caatinga é o subproduto de outra formação vegetal com baixa diversidade de plantas, sem endemismo de espécies e bastante antropizada.

Apesar de estar bastante degradada especialmente nas terras mais baixas, “a Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos” (GIULIETTI et al., 2003, p. 48).

Em se tratando da estrutura da vegetação da Caatinga, nas áreas mais favoráveis ao crescimento (disponibilidade de nutrientes e água, limitação de luz, alta competitividade entre as espécies) o tamanho das árvores pode variar de 15m a 20m, podendo atingir até 30m de altura. A densidade das árvores com diâmetros de caule maior que 3cm ficam geralmente entre 500 e 1000 indivíduos por hectare, com áreas basais entre  $30\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$  e  $50\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$  e biomassa entre  $50\text{Megagrama}.\text{ha}^{-1}$  e  $150\text{Megagrama}.\text{ha}^{-1}$  (SAMPAIO, 2010, p.34).

Nas áreas menos favoráveis pelas condições edafoclimáticas e pela antropização (maior parte da caatinga) a vegetação possui porte limitado. As alturas máximas são limitadas a 10m com abundância de arvoretas esgalhadas e arbustos. “As densidades dos indivíduos com mais de 3cm de diâmetro ficam entre 1000 e 3000 por hectare; as áreas basais entre  $10\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$  e  $30\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$  e a biomassa entre  $20\text{Megagrama}.\text{ha}^{-1}$  e  $80\text{Megagrama}.\text{ha}^{-1}$ ” (SAMPAIO, op. cit., p.35).

É notável a alta diversidade florística da Caatinga para um bioma com forte restrição ao crescimento devido à deficiência hídrica. Dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2002) estimam que já foram identificados e catalogados 932 espécies (380 endêmicas) de vegetação nesse bioma; 44 espécies de lagartos; 185 espécies de peixes; 44 espécies de lagartos, 9 espécies de anfisbenídeos, 47 de serpentes, quatro de quelônios, três de Crocodylia, 47 de anfíbios anuros (15% são endêmicas); em um conjunto de 15 espécies de aves, 45 subespécies foi identificado como endêmica; 148 espécies de mamíferos, dos quais 10 seriam endêmicas.

De forma genérica, foram apresentados alguns aspectos naturais importantes de um complexo vegetacional que abrange vários estados e se apresenta como reflexo da sua relação com o clima e as estruturas geológicas e geomorfológicas ao longo do tempo. Contudo durante um pequeno espaço de tempo o processo de antropização no Bioma Caatinga tem reduzido sua biodiversidade e intensificado a degradação das terras comprometendo a resiliência dos ecossistemas desse Bioma.

#### 4.1.2 O desmatamento do Bioma Caatinga

A caatinga apresenta atualmente uma área desmatada equivalente a quase 50% da sua área original segundo o relatório do IBAMA (2010), ou seja, 443.121 km<sup>2</sup> da sua cobertura foram removidas. Entre os anos de 2002 e 2008 o desmatamento na caatinga foi de 16.576 km<sup>2</sup>, passando de 43,38% para 45,39%, ocorrendo uma supressão da cobertura primária e secundária de aproximadamente 2% como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 02: Desmatamento da caatinga entre 2002 e 2008.

Classes	2002	2008
Áreas desmatadas	43,38%	45,39%
Vegetação remanescente	53,67%	53,62%
Corpos d'água	0,95%	0,99%

Fonte: IBAMA (2010).

O referido relatório aponta que o desmatamento da caatinga representa uma taxa anual média durante o período de seis anos, de aproximadamente 2.763 km<sup>2</sup>/ano, o que significa uma perda média de 0,33% de sua cobertura vegetal nativa por ano no período analisado.

A área da caatinga no Estado da Paraíba, segundo o IBAMA (2010) representa 92% (51.300 km<sup>2</sup>) do seu território, foi desmatada uma área de 23.447 km<sup>2</sup> entre 2002 e 2008, ou seja, metade da mata nativa do Estado. No Cariri paraibano os dados do relatório apontam que entre 2002 e 2008 foram destruídos 1.013 km<sup>2</sup> da cobertura vegetal.

Os dados do relatório supracitado indicam que a principal causa da destruição da caatinga deve-se à extração da mata nativa que é convertida em lenha e carvão vegetal. Esses produtos são destinados principalmente aos polos gesseiro e cerâmico do Nordeste e ao setor siderúrgico de Minas Gerais e do Espírito Santo. Outros fatores indicados foram às áreas criadas para produção de biocombustível, o estabelecimento da pecuária bovina e a utilização do carvão em indústrias de pequeno e médio porte e em residências.

A metodologia utilizada para obtenção desses dados baseou-se na interpretação visual de imagens de satélite através das técnicas de sensoriamento remoto. Foram utilizadas 111 cenas do CBERS 2B e 52 do Landsat 5, além do software *Google Earth* que possui imagens de alta resolução e foram usadas para facilitar na identificação de alvos durante o tratamento e classificação das imagens.

A escala de análise foi 1:250.000 tendo com ano base 2002, foram identificados polígonos das áreas desmatadas tendo como escala 1:50.000 chegando a uma área mínima de

2ha, os desmatamentos foram classificados como áreas antropizadas. É preciso chamar atenção para a falta de conhecimento sobre a dinâmica da vegetação da caatinga, seria necessário no mínimo visitas de campo para minimizar alguns equívocos que podem ocorrer na classificação devido as feições desse tipo de cobertura vegetal.

Mesmo com algumas falhas é notável o avanço na política nacional de preservação dos biomas brasileiros, principalmente o Bioma Caatinga. Esses dados evidenciam a dimensão da degradação da sua cobertura vegetal ao longo do tempo e sua relação com atividades socioeconômicas implantadas nesse espaço. Será feita uma breve abordagem sobre a Caatinga presente no Cariri paraibano por se tratar da região onde se localiza a área estudada referente a essa pesquisa.

#### **4.1.3 Caatinga do Cariri paraibano**

Segundo Souza, I. B.(2008) as microrregiões do Cariri encontram-se localizados no centro-sul do estado da Paraíba, num eixo que se distancia de 180 a pouco mais de 300 km de João Pessoa (capital), perfazendo um vasto território com uma área de 11.192,01km<sup>2</sup>, o que equivale a pouco mais de 20% do estado em questão. Em termos administrativos, essa região é composta por 29 municípios, dos quais 12 fazem parte do Cariri Oriental e 17 estão inseridos no Cariri Ocidental (IBGE, 2010).

O Cariri Oriental de acordo com Souza, I. B. (2008) apresenta médias pluviométricas baixas (400 a 500mm/ano), relevo com topografia suave ondulada a ondulada. O Cariri Ocidental registra médias pluviométricas um pouco maiores (500 a 600mm/ano), relevo com declividade mais acentuada e economia mais dinâmica, tanto na pecuária como na agricultura.

A cobertura vegetal encontrada no Cariri trata-se ecologicamente segundo Duque (2004), de uma Caatinga alta (densas ou fechadas) situadas em altitudes que podem variar de 400 a 600m, constituída também de espécies espinhentas, unidas, de pequeno porte, de caules duros com exceção das cactáceas.

A temperatura média anual é 26°C, com médias mínimas inferiores a 20°C e a umidade relativa do ar não ultrapassa 75%. A riqueza e a diversidade da vegetação são condicionadas pela pluviosidade reduzida e o relevo dividido em basicamente duas unidades: terrenos dissecados e o nível da Borborema (BARBOSA et al., 2007, p.314).

Espécies como macambiras (*Bromelia laciniosa*), caroá (*Neoglasiovia variegata*) cobrem o chão, intercalados de arbustos lígneos e retorcidos e de algumas espécies típicas

como o umbuzeiro (*Spondia tuberosa*), cardeiro (*Cereus peruvianus*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) entre outras (DUQUE, 2004, p.124).

Ao estudar as Caatingas do Cariri Alves (2009) identificou quatro grandes tipos, um deles foi citado por Andrade Lima (1981). Trata-se da vegetação arbustiva aberta que faz parte da comunidade de *Caesalpinia-Aspidosperma* típica de terras altas da Borborema, especificamente Cariris da Paraíba com 1 ou 2 m de altura presente em setores com aridez edáfica severa com solos compactos e pedregosos e com grande quantidade de afloramentos rochosos. Os outros três tipos são:

- *Astronium-Schinopsis-Caesalpinia*: Caatinga arbórea média variando entre 8 e 15 m geralmente situadas em relevos acidentados;

- *Caesalpinia-Bursera-Spondias-Aspidosperma*: Caatinga arbustiva com altura inferior a 7 m, com substrato muito ramificado desde o nível do solo;

- *Calliandra-Pilocereu*: Caatinga arbustiva aberta baixa com cerca de 70 cm de altura, formadas por pequenos arbustos dispostos em tufos esparsos e separados por grande extensão de solo nu, ou recobertas por um tapete gramíneo e herbáceo por vezes bastante desenvolvidos.

O entendimento do papel da ação antrópica na alteração da cobertura vegetal da Caatinga ao longo do tempo no Cariri paraibano e as consequências da degradação ambiental é necessário levar em consideração os diversos usos da terra e destacar as principais atividades econômicas desenvolvidas nesse espaço.

Para isto, é importante recorrer a relatos históricos contendo aspectos ecológicos que indicam o estado da vegetação em tempos pretéritos. Frei Martin de Nantes em uma viagem ocorrida no século XVII entre a Capitania de Pernambuco e uma aldeia *Kariri* no Sertão da Paraíba (atual município de Boqueirão) descreve algumas características:

Marchávamos desde a manhã até à noite, sob os ardores do Sol, a oito graus e meio da linha, do lado do Sul, e durante o tempo mais quente do ano nesse país. Não foi esse o maior trabalho, pois que, não havendo caminhos batidos, era preciso romper moitas espessas e florestas de canas selvagens, ocas por dentro, mas grossas como um braço e cheias de espinhos fortes e rijos em todos os nós, da altura de uma lança ou mais, entrelaçadas umas nas outras. E porque apoiavam o seu peso umas nas outras, era necessário que os nossos índios abrissem o caminho por meio de facões do tamanho de um pé e meio, cortando do alto a baixo para passar por baixo, como sob uma abóbada; e porque esses pobres índios não podiam, em tão pouco tempo, limpar o caminho e havia necessidade de olhar tanto para cima como para baixo, para não ferir o rosto, eu esbarrava muitas vezes nas canas com muita dor, de sorte que não tinha mais dedo do pé que não estivesse ferido [...]. Entrando nas solidões vastas e assustadoras, fui surpreendido por certo medo, tanto mais quando não havia uma folha sobre as árvores e pareciam com as nossas, em tempo do inverno, e não se

cobriam de folhas senão quando viam as chuvas, nos meses de fevereiro e março (NANTES, 1979, p. 31-32).

O relato aponta para o período de estiagem, ele destaca pontos interessantes a respeito da vegetação ao afirmar que se apresentava densa e com porte arbóreo, atentou-se para perda da folhagem e os espinhos. Em seu retorno para o Pernambuco Nantes (1979) apresenta mais alguns detalhes sobre a vegetação no período chuvoso e a mudança na paisagem:

Fiquei somente oito meses nessa aldeia; porque, tendo sabido que havia muitas aldeias de cariris no rio São Francisco resolvi para lá seguir; por essa razão, voltei a Pernambuco com quase tanto trabalho quanto o que havia suportado na ida para a missão, debaixo de chuva desde o dia de nossa partida até proximidades de Pernambuco, já perto da quaresma. Pensei perder-me numa floresta que tem doze a catorze léguas de percurso, distanciado dos índios por minha inadvertência. Quando percebi, eles estavam longe, tendo tomado outro caminho. Foi com dificuldades que eles me ouviram, quando gritei várias e várias vezes a plenos pulmões. (NANTES, op. cit., p. 33).

Os relatos do frei Nantes indicam que a fisionomia da vegetação Caatinga apresentava-se pouco alterada. A cobertura padrão típica da área de Caatinga era relativamente fechada, como descrita nos relatos supracitados. No entanto, “uma proporção considerável dessa vegetação (não há dados precisos, mas é estimada entre 30% e 50%) está bem mais aberta e mais baixa que originalmente, pelo desmatamento repetido, para usos diversos (lenha, agricultura e pecuária)” (SAMPAIO, 2010, p.35).

Mesmo tendo uma grande variedade de espécies da fauna e da flora, a pressão antrópica no Bioma Caatinga tem evidenciado ao longo do tempo uma degradação acentuada desse ambiente. O esgotamento dos recursos naturais torna-se um problema grave e as consequências são sentidas em um grau mais elevado pelas populações rurais carentes e pouco assistidas pelo poder público, vulneráveis a eventos de secas prolongadas e expostos ao perigo da desertificação.

#### **4.2 O processo de ocupação no Nordeste: indícios de degradação ambiental**

A ocupação das terras a oriente da linha de Tordesilhas por Portugal e a invasão do território brasileiro ocorreram nas primeiras décadas do século XVI, os primeiros indícios da degradação ambiental das terras brasileiras passaram a ser evidenciados a partir da chegada dos invasores Lusitanos ao litoral brasileiro (BARBOSA, 2012).

O primeiro empreendimento em solo brasileiro foi estabelecido a partir da extração do Pau-Brasil (madeiras de lei) e animais exóticos para serem comercializados no mercado

européu. A construção do que chamamos de região Nordeste e do próprio Brasil ao longo do tempo se desenvolveu inicialmente como parte da expansão do capitalismo mercantil, com funções muito precisas de colônia (GUIMARÃES NETO, 1997, p. 41).

Segundo Moreira (1996), a partir do ano de 1534, Portugal introduziu as lavouras de cana-de-açúcar (*plantation*) no Nordeste brasileiro, houve um rápido desenvolvimento dessa atividade e as necessidades dos engenhos eram supridas pela criação do gado bovino.

As condições favoráveis (o clima e a grande quantidade de alimentos) ao crescimento rápido dos rebanhos fez com que fossem evidenciados conflitos pela invasão do gado nas lavouras, diante disso, a resolução para esse problema se deu através de uma Carta Regia que proibia a criação do gado a menos de 10 léguas da costa brasileira (SIMONSEN, 2005, p. 198).

Uma divisão regional do trabalho surge a partir daí, a Zona da Mata se especializou na produção do açúcar, a criação de gado não era compatível com agricultura e foi direcionada para o interior (Agreste e Sertão) com a finalidade do estabelecimento de núcleos de povoamento além de produzir gêneros alimentícios para dar suporte a atividade canavieira (MOREIRA, 1996, p.32).

A degradação ambiental, provocada pelo processo de ocupação do Sertão (século XVIII) começava a se acentuar. Os impactos negativos sobre o meio natural com o “desmatamento e a queimada das florestas, com consequências sobre a erosão das encostas e o regime dos rios”, começaram a ser notados com grau de intensidade menor (ANDRADE; ANDRADE, 2003, p. 25).

#### **4.2.1 O povoamento da região do Cariri paraibano**

A ocupação do Cariri Paraibano, segundo Joffily (1892) se deu por duas bandeiras, uma longitudinal (sul para o norte) que partiu do Rio São Francisco através dos pequenos cursos d'água e penetrou a Paraíba pela fronteira com o estado do Pernambuco. A segunda via, de acordo com Travassos (2012) se deu pelo desvio para o sul a partir de Boqueirão usando as nascentes para adentrar no território pernambucano.

A conquista do interior foi impulsionada pelo medo da coroa Portuguesa de perder parte do seu vasto território para invasores estrangeiros (franceses, ingleses e holandeses), os bandeirantes e as missões de catequese tiveram papel fundamental nesse processo de ocupação.



Além de assegurar a conquista de áreas ainda não exploradas utilizava a prerrogativa da busca por metais preciosos, a captura dos indígenas para aumentar a mão de obra nos canaviais e o estabelecimento de fazendas de gado que mais tarde se traduziu na política de Sesmarias que foi estabelecida com base na Lei Fernandina de 1375 (BARBOSA, 2012, p.316-317).

Segundo Travassos (2012) essas causas foram responsáveis pelo desbravamento das novas terras principalmente na Paraíba, sendo a criação de gado a atividade econômica principal a ser desenvolvida. O papel dos missionários foi fundamental para a formação dos primeiros núcleos de povoamento no sertão, além de pregar o cristianismo, eram responsáveis pela alfabetização dos índios e por construções, que serviam para os colonos.

A família Oliveira Ledo com a ajuda de colonos e bandeirantes teve papel preponderante na ocupação do interior da Paraíba, eles sufocaram as revoltas das tribos indígenas e os introduziram em cativeiro para comercializá-los. A presença desses aventureiros e exploradores também se fez presente no Cariri, “em apenas cinco anos após a concessão dessa Sesmaria (1670) foi fundado o primeiro núcleo colonial do Cariri, o arraial do Boqueirão (atualmente a cidade de Cabaceiras)” (TRAVASSOS, 2012, p.47).

Episódios trágicos marcaram a ocupação do semiárido paraibano, como, por exemplo, a Guerra dos Bárbaros que promoveu o massacre dos povos indígenas que tentaram resistir à presença dos invasores (colonos, bandeiras) entre os anos de 1680 e 1730. Para a Coroa Portuguesa o saldo foi positivo, estava consolidada a conquista do semiárido paraibano, e conseqüentemente, a espacialização dessa região, inicialmente com a criação de gado para consumo interno e posteriormente com a produção do algodão para abastecer o mercado externo.

#### **4.2.2 A pecuária no Cariri paraibano**

É necessário compreender como os diversos tipos de atividades econômicas desenvolvidas no sertão paraibano foram e são responsáveis pela degradação da cobertura vegetal, tanto no Cariri como em demais regiões do Estado. A criação de gado bovino foi sendo desenvolvida ao longo do tempo, inicialmente com a conquista do sertão paraibano e o estabelecimento de fazendas ao longo das margens dos rios, posteriormente se expandindo para outras áreas sempre dividindo espaço com agricultura itinerante.

As modificações nos padrões de caatingas do Cariri iniciaram-se a partir da expansão da pecuária extensiva, de modo geral, em toda “zona semiárida paraibana e nordestina, não

apenas pelo consumo direto da vegetação nativa, mas também pelas constantes queimadas a que eram submetidas, cujo objetivo era a renovação do pasto durante o período chuvoso” (SOUZA, 2008, p.58).

Alguns relatos históricos com aspectos ecológicos ajudam a entender a evolução da paisagem ao longo do tempo, esses documentos contêm informações valiosas sobre o estado da vegetação no passado, assim como alguns aspectos sociais que estão intrinsecamente ligados a forma como se condizia à vida no sertão. Segundo Abreu (1998) após adquirir a terra para uma fazenda,

O trabalho primeiro era acostumar o gado ao novo pasto, o que exigia algum tempo e bastante gente; depois ficava tudo entregue ao vaqueiro. A este cabia amansar e ferrar os bezerros, curá-los das bicheiras, queimar os campos alternadamente na estação apropriada, extinguir onças, cobras e morcegos, conhecer as malhadas escolhidas pelo gado para ruminar gregariamente, abrir cacimbas e bebedouros. (1998, p.135).

A pecuária, ao se tornar uma atividade econômica importante passou a alterar tanto a dinâmica social, como ecológica da região. De acordo com Dean (1996, p.129):

O surgimento do gado em campos gramados e cerrados nativos foi um evento memorável em termos botânicos. Os primeiros observadores “contavam maravilhas” sobre os pastos – como era luxuriante o crescimento do capim e como o gado engordava rapidamente com ele. Bastava, porém, uma geração ou duas de pastoreio por uma única espécie para transformar essas paisagens endêmicas. Sem ser tangido, o gado tendia a pastar demais no capim mais palatável, de sorte que os campos definhavam em plantas raquíticas, doentias. (...) Contra essa transformação, os fazendeiros dispunham apenas de uma arma, o fogo, que utilizavam sem misericórdia. Devido ao capim crescer rapidamente com as chuvas de primavera, numa época em que o gado que poderia consumi-lo era mínimo, o pasto era queimado para evitar o crescimento de mato impalatável.

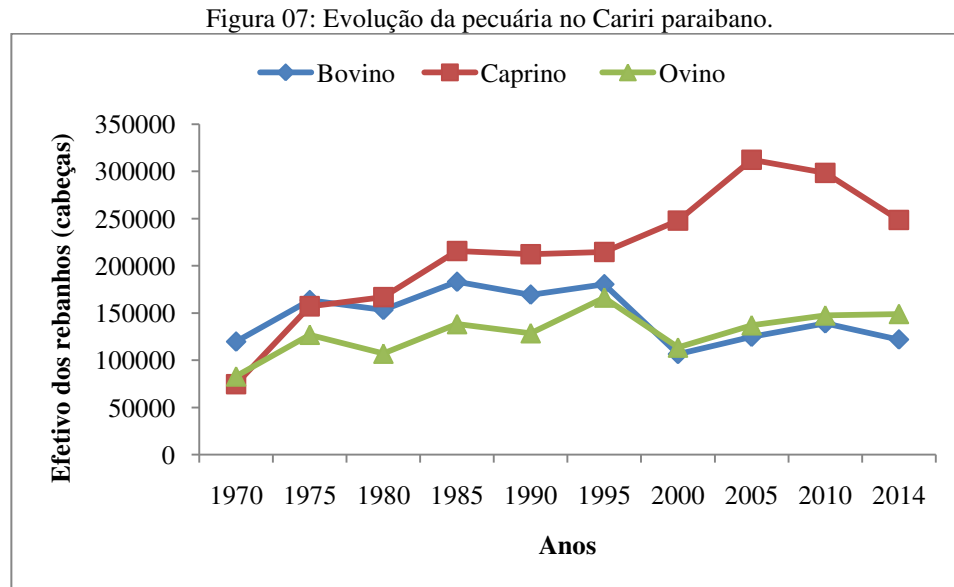
Esse tipo de atividade tem resultado na deterioração de vastas áreas de Caatinga ao longo do tempo, gerando modificações importantes na fisionomia e na composição florística e em toda a paisagem, tanto do Cariri paraibano como da região semiárida paraibana.

A mudança no perfil da distribuição dos gados bovino, caprino e ovino, com destaque para caprinocultura, deve-se ao melhoramento genético e a diversificação de raças com um componente adicional por parte dos governos (federal e estadual) que são os investimentos através dos bancos públicos (Banco do Brasil e Banco do Nordeste) e do Banco Mundial.

O efetivo do gado bovino tem-se mantido constante até a década de 1990 como pode ser observado na Figura 7, sofrendo uma redução nas décadas seguintes passando a dar lugar ao

desenvolvimento da caprinocultura que a partir da década de 2000 ultrapassou a criação de gado e a ovinocultura.

A força e dinâmica da pecuária no Cariri paraibano podem ser verificadas com base nos dados estatísticos dos Censos Agropecuários realizados pelo IBGE, presentes na Figura 7.



Fonte: IBGE (2015).

A resistência dos caprinos a períodos de secas prolongadas tem sido visto com bons olhos pelos pequenos criadores da região, além da facilidade para obtenção dos microcréditos disponível nos bancos e a utilização de um espaço menor da propriedade para comportar os pequenos rebanhos. Esse tipo de ruminante pode ser criado de forma extensiva dentro da própria reserva de Caatinga da propriedade, diferentemente do gado que necessita de uma vasta área para suprir suas necessidades alimentares.

#### 4.2.3 A agricultura no Cariri paraibano

O sistema de “*plantation*” predominante na Zona da Mata com a cana-de-açúcar além de direcionar o gado para o interior devido à incompatibilidade, incentivou a produção de culturas de subsistência no semiárido paraibano, transformando-o em fornecedor de produtos do gênero alimentício havendo estreita relação entre os dois tipos de economia (MOREIRA; TARGINO, 2011).

Nas últimas décadas do século XVIII o semiárido paraibano passou a ser produtor de matéria prima para abastecer o mercado externo. O mercado inglês percebeu na produção de

algodão da região semiárida uma grande oportunidade para aquisição da matéria prima essencial a indústria emergente que se desenvolvia na Inglaterra, essa atividade econômica passou a dividir espaço com a criação de gado (FARIAS, 2012).

Joffily (1892) destaca que esse interesse comercial pelo algodão trouxe fortes e substanciais mudanças para a região sertaneja e principalmente para a cobertura vegetal. De acordo com o autor:

A catinga é zona secca, em diversas partes tanto como o sertão e com vegetação idêntica. Mas em geral os seus terrenos (os argillosos) são muito férteis e bem aproveitados para a cultura de todos os cereaes e principalmente do algodão; cultura esta que aniquilou as mattas de que eram cobertos, transformando-os em vastos campos, próprios para a criação. (JOFFILY, 1892, p.130).

A antropização da Caatinga é um reflexo das intensificadas e sucessivas práticas econômicas introduzidas entre os séculos XVIII e XIX na área do semiárido da paraibano. A forma como essas atividades foram implantadas culminou na extinção de boa parte da cobertura vegetal dessa região. O Botânico Phillip Von Luetzelburg descreve como a degradação da cobertura vegetal no Cariri paraibano está intimamente relacionada à expansão da cultura algodoeira (*Gossypium hirsutum*) no começo do século XX:

Segui margeando o Valle do riacho do Meio por estrada bem larga e transitada, que em virtude da vegetação débil da caatinga dava fácil passagem. Atravessando essa região tão secca, passamos por Volta e Queimação. A partir dali a vegetação se tornava de tal maneira pobre que toda a região parecia um deserto. Extensos trajetos de solo granítico e arenoso não mostravam vegetação a não ser pilosocereus setosus, ou uma ou outra opuntia a grandes intervalos; nada de árvores ou arbustos se notava [...]. O sol abraçador havia extinguido tudo na região monótona que parecia morta; um quadro desolador [...]. À tarde entrei em São Domingos, na margem esquerda do rio Parahiba, situado no sopé da serra de igual nome [...]. Da historia dos colonizadores temos sciencia que o Valle em tempos passados era cheio de belas e extensas matas virgens; hoje, porém, este Valle está completamente arrasado de qualquer arvore, melhor ainda, pobre de toda e qualquer vegetação lenhosa (LUETZELBURG, 1922, p. 26-28).

Outro aspecto destacado pelo botânico Phillip Von Luetzelburg (1922) refere-se à forma como se desenvolvia o manejo agrícola para preparar a terra destinada a cultura do algodão, e a utilização da vegetação da Caatinga para demais fins, ao colocar que:

As queimadas necessárias às culturas de algodão e á extração da lenha para combustível, cada vez mais se accentua a devastação desordenada dos escassos restos de madeira ainda existentes nas caatingas; as construcções que surgem também concorrem, sobremodo, para a sua completa extinção. Muito breve o sertão ficará privado de toda e qualquer madeira, ficando o estado na dura necessidade de importar-la dos estados vizinhos. Uma caldeira comumente adoptada nos

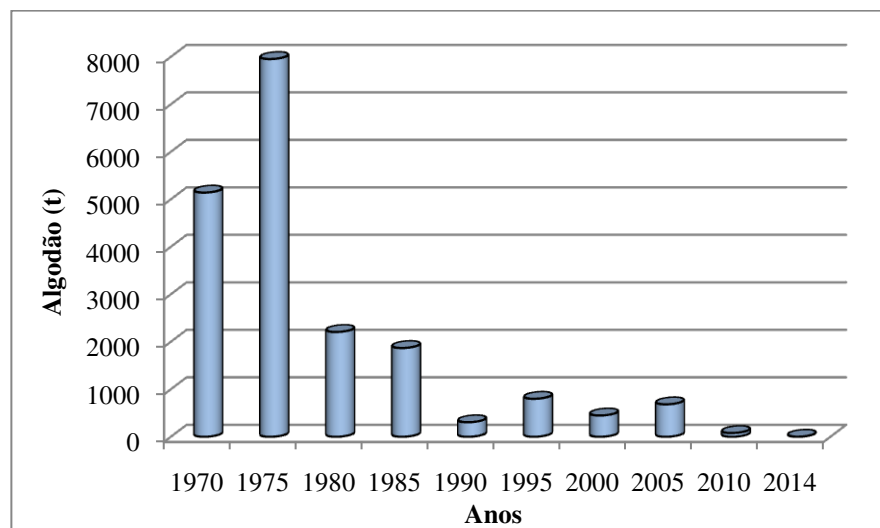
descaroçadores consome mensalmente de 20 a 30.000 achas de lenha, o que contribui para a devastação das mattas, como é de uso (LUETZELBURG, 1922, p. 29).

Os relatos supracitados evidenciam a forma como se deu a exploração dos recursos naturais no Estado da Paraíba ao longo dos séculos XVIII, XIX e início do XX, em particular na região do Cariri, a partir do processo de ocupação iniciado com o deslocamento do gado para o sertão.

Com a pecuária surgiram outras atividades rentáveis que ficaram sempre a margem da cultura do “gado” desenvolvida ao longo do tempo. O algodão merece destaque por ser uma atividade complementar a pecuária que se servia de restolho para alimentação dos rebanhos, a pesar do seu declínio o algodão ainda é cultivado de forma ínfima em consórcio com o milho e o feijão no Cariri.

Na Figura 8, é possível observar a produção algodoeira e, seu conseqüente declínio a partir da década de 1970, indício do aparecimento da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*) a partir da segunda metade do século XX. Ressalta-se que não se deve considerar apenas o bicudo como fator principal, a falta de condições técnicas para uma atividade em larga escala, em terras não apropriada a agricultura com tipo de plantio ordenado e contínuo devem ser vistos como um fator impactante para tal acontecimento.

Figura 08: Quantidade de algodão produzida no Cariri paraibano.



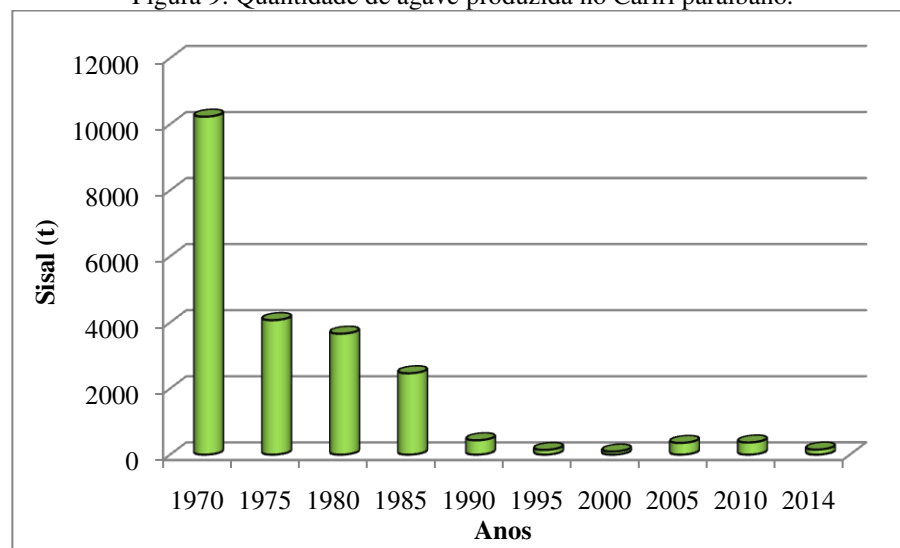
Fonte: IBGE (2015).

A cultura do agave (*Agave sisalana*) foi outra atividade econômica desenvolvida na região e merece destaque por ter chegado a disputar, em certos momentos espaço, com a cotonicultura. Durante décadas foi uma das principais fontes de renda tanto para proprietários

das terras, como para a mão-de-obra local nos períodos de plantio, corte e desfibramento (SILVA, 2006, p.87).

Essa atividade econômica iniciou-se na Paraíba a partir de 1937/38 e seu apogeu se deu depois da Segunda Guerra Mundial (1946) devido ao aumento da demanda interna e externa por fibra. Entre as décadas 1960 e 1970 em decorrência dos derivados do petróleo e da fabricação de fibra sintética a produção do agave entra em declínio a partir da década de 1970 (Andrade, 2006), com gradativa diminuição da produção nas décadas seguintes como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9: Quantidade de agave produzida no Cariri paraibano.



Fonte: IBGE (2015).

É notável que as atividades econômicas agropastoris se desenvolveram historicamente de modo praticamente insustentável, assim como, toda a base social e ambiental. O reflexo dessa interação pode ser verificado na paisagem dessa região a partir das técnicas agropecuárias não apropriadas as características desse ambiente.

O algodão teve papel preponderante na organização socioeconômica de algumas áreas no Nordeste entre o final do século XIX e boa parte do século XX. Cidades como Campina Grande (Agreste), Patos, Souza e Cajazeiras (Sertão) assistiram transformações expressivas em suas estruturas demográficas, econômicas, sociais, políticas e territoriais, influenciadas pelo exercício da função de beneficiamento do algodão (ANDRADE, 2005; FARIAS, 2012).

O colapso dessas duas atividades provocou decadência econômica e ocasionou mudanças na estrutura social para uma parcela de sua sociedade, a maior parte da renda dos

fazendeiros provinha dessas atividades comerciais, assim como os empregos na zona rural (SILVA, 2006, p.86).

Os dados da Tabela 3, indicam que as áreas de lavouras permanentes diminuíram ao longo das décadas. Esse fato está relacionado ao declínio das lavouras do algodão e do agave demonstradas nos gráficos das figuras 7 e 8, em contrapartida verifica-se um aumento das áreas de lavouras temporárias entre as décadas de 1980 e 1990.

Tabela 03: Utilização das terras no Cariri paraibano (hectares).

Anos	Lavouras		Pastagens		Terras não utilizadas
	Permanente	Temporárias	Naturais	Plantadas	
1970	86.995	48.632	545.886	8.288	50.111
1975	70.272	57.667	572.556	5.046	43.186
1980	51.031	117.278	441.898	16.848	75.742
1985	31.639	106.356	496.667	20.447	69.388
1990	4.356	102.545	-	-	-
1995	1.710	72.186	400.562	28.435	93.606
2000	3.346	70.654	-	-	-
2005	5.984	74.258	412.321	22.021	101.651
2009	4.233	71.657	-	-	-

Fonte: Travassos (2012).

Segundo Silva (2006, p.88) a expansão das lavouras temporárias está relacionada com políticas públicas desenvolvidas na região, a interrupção dessas políticas pode ser notada a partir do declínio dessas atividades agrícolas entre as décadas de 1990 e 2000. As áreas de pastagem plantada revelam o impacto das Políticas Públicas de “combate à seca” desenvolvida no Cariri, são resquícios das políticas regionais que interviram de forma complementar na produção de alimentos para os animais incentivando a criação de áreas de pastagem.

Foram introduzidos campim-bufel (*Cenchrus ciliaries*) e o florestamento utilizando algaroba (*Prosopis juliflora*), ambas as espécies foram dominantes nesse processo que teve como pressuposto atender a pecuária crescente e minimizar os impactos sobre os rebanhos nos períodos de secas prolongadas (SILVA, 2006; TRAVASSOS, 2012).

Segundo Moreira e Targino (1996, p.141) o reflorestamento na Paraíba em 1980 concentrava-se na região do Cariri, chegando a 83% da produção estadual. O estímulo ao reflorestamento com a utilização da algaroba (*Prosopis juliflora*) resultou em impactos ambientais positivos e negativos.

O Impacto positivo, segundo Souza, I. B. (2008) concerne na alimentação para os animais e o fornecimento de madeira, impacto negativo por se tratar de uma espécie exótica

altamente competitiva e colonizadora, que utiliza substâncias químicas (alelopatia) inibidoras que é capaz de interferir no crescimento das plantas nativas que se encontram em seus domínios, alterando a fitodiversidade, tornando-as um conjunto florístico distinto nas caatingas.

#### 4.2.4 Extrativismo vegetal no Cariri Paraibano

A diminuição da cobertura vegetal nativa da caatinga está intimamente ligada á forma de ocupação e ao modelo de produção agropecuário implantado desde o início da colonização no Brasil rural. Existe uma forte dependência da população do Nordeste - na maioria dos casos de baixa renda - em relação as fontes de energia advindas de produtos florestais tanto para o consumo, quanto para fins econômicos (TRAVASSOS; SOUZA, 2014, p.330).

Para Riegelhaupt e Pareyn (2010) alguns aspectos devem ser lembrados quando se trata dos recursos que compõe a matriz energética do Nordeste, principalmente a utilização de biocombustíveis. Na década de 1970 com a crise do petróleo foi colocada em prática a política de redução de uso de hidrocarbonetos a partir da geração hidroeétrica, o desenvolvimento do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) e a fixação de quotas decrescente de óleo BPF (óleo combustível pesado) para indústrias.

Tabela 04: Consumo domiciliar de lenha e carvão vegetal no Estado da Paraíba e na região do Cariri paraibano.

Estado	Produto extrativista	
	Lenha (t/ano)	Carvão vegetal (tep <sup>2</sup> /ano)
<b>Paraíba</b>	76.266,25	102.755,45
<b>Cariri paraibano</b>	51.502	1.476,38

Fonte: Adaptado de Riegelhaupt e Ferreira (2004).

Como consequência dessa política houve o abandono do uso de derivados do petróleo pelas indústrias e a adoção da lenha e do carvão vegetal. Outro fator que deve ser mencionado foi a crescente urbanização intensificou a demanda de materiais para construção civil como tijolos, telhas, cal, cimento e gesso com consequente aumento no consumo desses produtos florestais usados direta e indiretamente na construção civil (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010, p.66).

<sup>2</sup> Tonelada Equivalente de Petróleo - é um coeficiente de equivalência que permite passar as quantidades expressas numa unidade de medida para quantidades expressas numa unidade comum. No caso do Brasil, para se converter tonelada de lenha em tep, utiliza-se o coeficiente 0,306 que é a relação entre o poder calorífico da lenha e o do petróleo (3300 Kcal/Kg 108000 Kcal/Kg), ou seja, 1 t de lenha = 0,306 tep (PATUSCO, 1999).

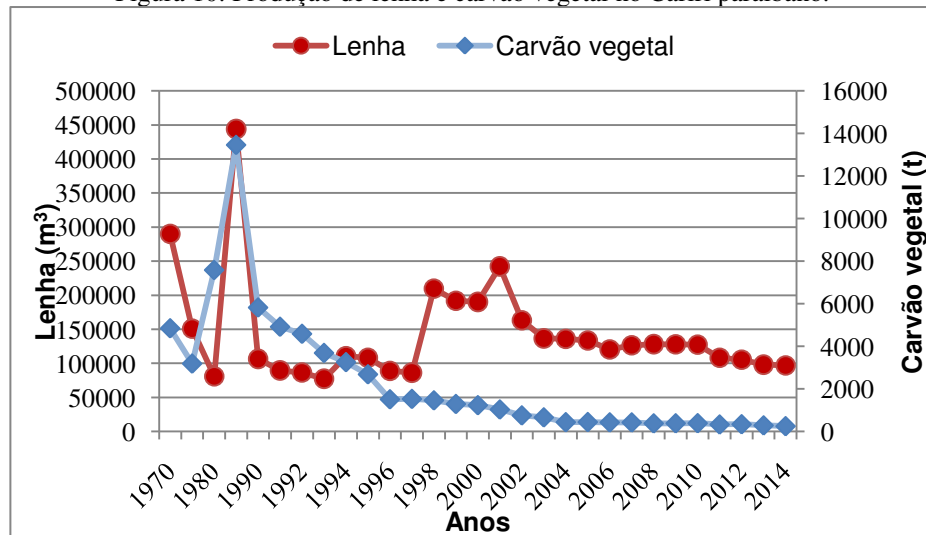


Segundo Riegelhaupt e Ferreira (2004), no estado da Paraíba o setor domiciliar é responsável pelo consumo de 56,8% da vegetação nativa, no setor industrial esse percentual chega a 80%. Os autores afirmam que 24,2% da energia consumida no estado advém do carvão vegetal e 32,6% da lenha. A utilização das espécies nativas como matéria prima energética chega a 97%, os 3% restantes são advindas do reflorestamento.

A região do Cariri paraibano de acordo com Riegelhaupt e Ferreira (2004) se caracteriza historicamente por ser uma grande exportadora de produtos extrativistas, entretanto, sua demanda por esses produtos é relativamente baixa. Segundo os autores os principais destinos da produção de lenha e do carvão vegetal são os municípios polarizados pela cidade de Campina Grande com a função de atender a indústria de cerâmica vermelha. Cabe ressaltar que só o município de Campina Grande consome 460,59 t/ano de lenha e 3.383,60 tonelada equivalente de petróleo/ano de carvão vegetal.

Os dados referentes ao total da produção extrativista no Cariri paraibano entre 1970 e 2014 estão presentes na Figura 10. Os valores da produção de lenha chegam a se destacar principalmente nos anos de 1970 e 1985.

Figura 10: Produção de lenha e carvão vegetal no Cariri paraibano.



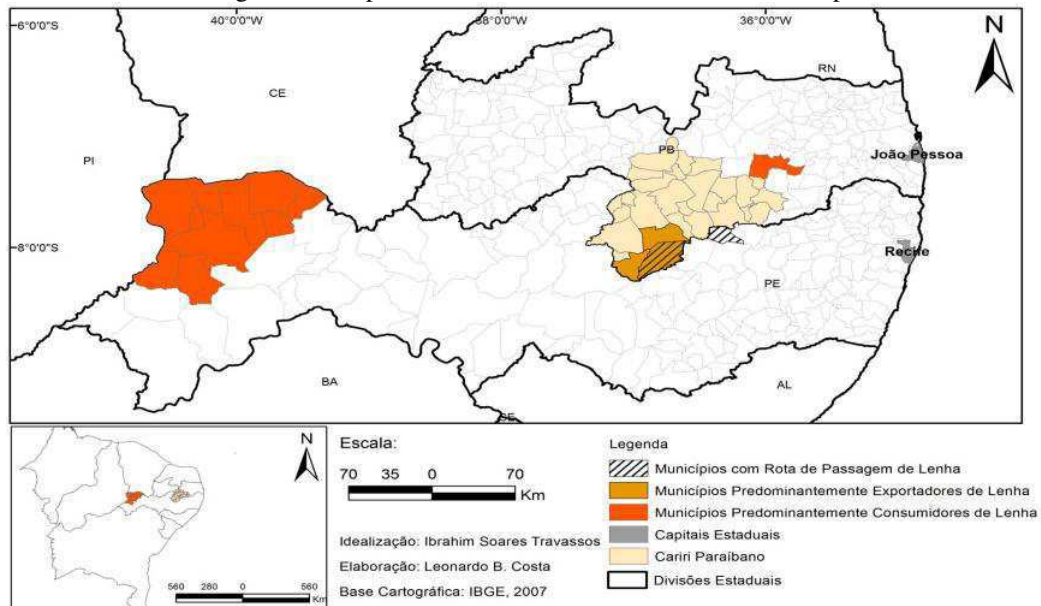
Fonte: IBGE (2015).

Coincidentemente a produção de algodão também estava em alta nessa mesma ocasião e no seu beneficiamento era utilizado o descaroador a vapor (locomóvel) que utilizava a lenha como fonte de energia o que nos faz pressupor que exista uma relação entre ambos os produtos. Nas décadas seguintes a produção de lenha sofreu uma brusca diminuição voltando a ter um pequeno crescimento entre 1998 e 2001.

Travassos e Souza (2014) afirmam que principalmente durante o período de estiagem muitas famílias tem nessa atividade extrativista uma importante fonte de renda complementar, além de proporcionar também oportunidade de renda para os trabalhadores envolvidos na fabricação e comercialização do carvão vegetal.

Ao estudar o processo de desmatamento e a sua relação com o processo de desertificação nos municípios de São Sebastião do Umbuzeiro, Camalaú e São João do Tigre, Travassos e Souza (2014) verificaram que a dinâmica entre municípios consumidores e produtores de lenha vai muito além da polarização da cidade de Campina Grande e seu entorno. Esse produto tem também como destino o Polo Gesseiro localizado na mesorregião de Araripina no estado do Pernambuco como pode ser observado na Figura 11.

Figura 11: Mapa indicando o comércio de lenha no Cariri paraibano.

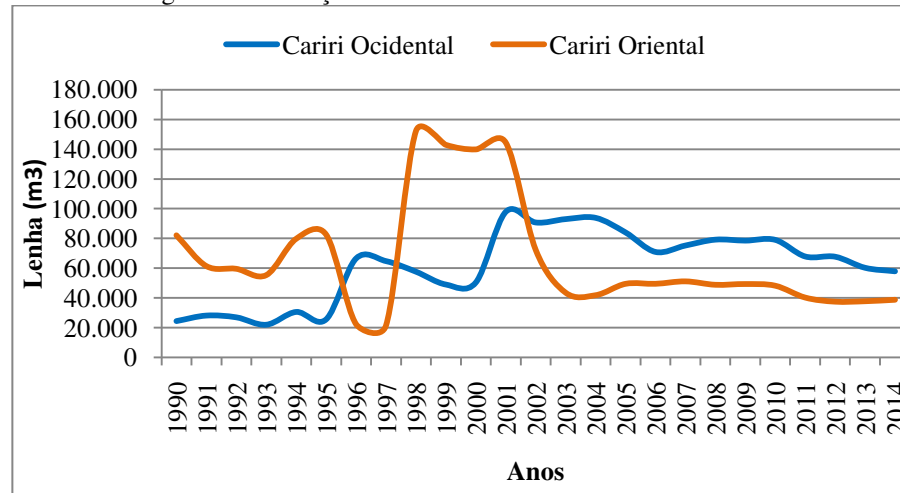


A escolha para essa rota deve-se a fiscalização falha, justamente por tratar-se de um comércio ilegal (criminoso), aumento de novas minas para extração de gipsita e a expansão da cadeia produtiva, assim com, a cidade de Santa Cruz do Capibaribe-PE ser cortada pela BR-104 e ter ligação direta com a BR-232 formando uma artéria que tem seu fluxo no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste tocando os municípios do Polo gesseiro e fechando a teia desse comércio entre Paraíba e Pernambuco (TRAVASSOS; SOUZA, 2014, p.338).

Pode-se observar de forma mais clara a partir da análise entre as duas microrregiões a espacialização desse tipo de comércio em toda região. O Cariri Oriental até a metade da década de 1990 foi o principal produtor de lenha, a diminuição desse recurso talvez possa ser

a provável causa da queda na sua produção. A partir do início do ano 2000 passou a ocorrer o contrário e o Cariri Ocidental se tornou o principal produtor de lenha, como pode ser verificado na Figura 12.

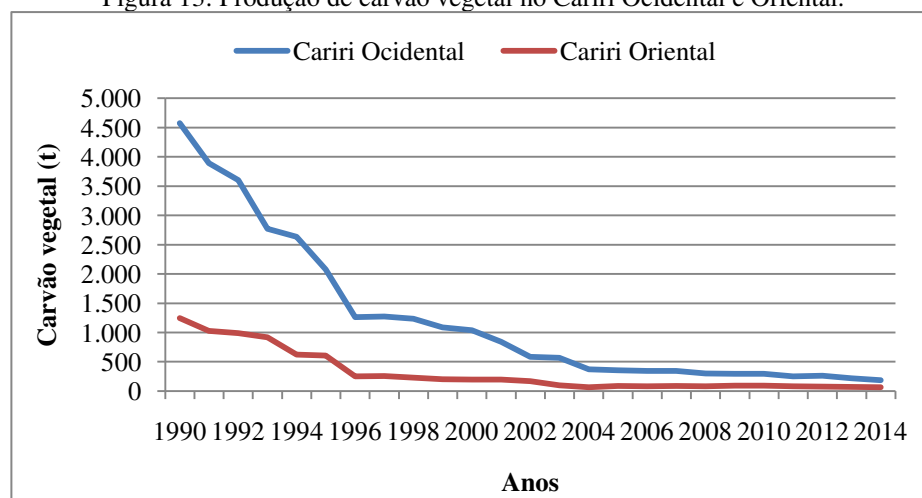
Figura 12: Produção de lenha no Cariri Ocidental e Oriental.



Fonte: IBGE (2015).

O Cariri Ocidental é o maior produtor de carvão vegetal desde 1990, como pode ser observado na Figura 13. Nota-se uma redução drástica na produção de carvão vegetal tanto no Cariri Ocidental como no Oriental, isto pode está relacionado ao padrão espacial da oferta desse produto. Fatores que podem influenciar diretamente na relação entre produção e venda são: o preço do produto na origem, o custo do transporte e o limite da capacidade (ou disposição) de pagamento por parte do consumidor.

Figura 13: Produção de carvão vegetal no Cariri Ocidental e Oriental.



Fonte: IBGE (2015).

Cabe destacar que, independente do carvão vegetal ser um produto estocável por longos períodos de tempo, “os produtores reduzem sua produção nos períodos em que não encontram demanda firme e imediata a preços compensatórios” (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010, p.68).

Travassos e Souza (2014, p.333) apontam algumas considerações importantes em relação a essa pequena produção e consumo de carvão vegetal no Cariri paraibano. Diferente do que ocorre com a lenha, a representatividade do carvão vegetal dentre os produtos extrativistas é decorrente de um “processo que demanda investimento financeiro para a confecção de fornos, o que não é muito presente nessa região, dada a falta de capital dominante”.

Os dados apresentados nas Figuras 12 e 13, mostram a dinâmica desse tipo de atividade econômica que se processa no Cariri paraibano, a pressão sobre os recursos naturais e sua relação com a pauperização desses recursos. Riegelhaupt e Pareyn (2010) afirmam que o desmatamento é a fonte principal de lenha e carvão produzidos no Nordeste (em torno de 80%), isto nos dá uma dimensão da insustentabilidade dessas atividades requerendo uma maior atenção por parte do poder público no trato dessas questões.

#### **4.2.5 Estrutura fundiária no Cariri paraibano**

Para entender como se formou a estrutura fundiária na região do Cariri Paraibano é necessário lembrar que no processo de ocupação do Nordeste - inicialmente com a cana-de-açúcar - foi responsável pela ocupação da Zona da Mata, tendo como consequência o direcionamento do gado bovino para oeste, concomitante à expansão da zona açucareira, impulsionando o processo de ocupação do sertão nordestino.

Estrategicamente, para garantir que a posse e a consolidação do domínio sobre o território brasileiro e evitar a invasão de outros países a coroa portuguesa introduziu no Brasil a política de Sesmarias configurou de forma marcante o uso das terras agrícolas no Brasil. Foram excluídos desse processo os pequenos posseiros, meeiros e outros da legalização das suas terras as quais foram incorporadas ao latifúndio gerando um contingente de sem-terra culminando com os conflitos no campo pelo direito de posse (BARBOSA, 2012, p.316-317).

Desde a promulgação da Primeira Constituição Republicana até a criação do Estatuto da Terra, criado no regime militar na década de 1960 - em vigor na atualidade - não houve

mudanças substanciais na estrutura fundiária que continua sendo caracterizada pela grande concentração das terras nas mãos de poucos (BARBOSA, op cit.).

Segundo Barbosa, M. P. (2012, p.318), 79% dos proprietários rurais no Brasil são donos de minifúndios, não ultrapassando 50 hectares, em média 20 hectares ocupando apenas 12% das terras produtivas. Os 21% restantes são donos de 88% das terras, apenas cerca de 5% desse número são exploradas por empresas rurais que detêm cerca de 10% do total das terras agrárias não se visualizando diferenças entre o cenário atual e o pretérito ao Estatuto da Terra o que torna esse modelo econômico agrícola praticamente o mesmo do período colonial.

A classificação das terras nas microrregiões do Cariri Oriental e Ocidental está, segundo Souza, I. B. (2008) estabelecida de acordo com alguns critérios: até 4 módulos fiscais configura-se como pequena propriedade (um módulo fiscal equivale a 60 hectares na maioria dos municípios do Cariri paraibano); acima de 4 e até 15 módulos fiscais tem-se uma média propriedade, acima de 15 módulos fiscais são definidas como grandes propriedades.

Os dados presentes na Tabela 5, indicam que uma pequena porcentagem do número de médias e grandes propriedades concentram cerca de 53,9% das áreas ocupadas no Cariri paraibano. Em contra partida, o número de pequenas propriedades (até 240ha) é considerável (97,1%), representa 46,1% da área ocupada na região supracitada, desse valor 66,3% correspondem a áreas menores que 100ha.

Tabela 05: Estrutura agrária do Cariri paraibano referente ao ano de 2006.

<b>Tipos de propriedades</b>	<b>Números de propriedades</b>	<b>Área Ocupada (ha)</b>
<b>Pequenas: até 4 módulos</b>	10.922 (97,1%)	329.638,8 (46,1%)
<b>Médias: 4-15 módulos</b>	530 (2,4%)	222.050 (31,1%)
<b>Grandes: acima de 15 módulos</b>	98 (0,4%)	162.704 (22,8%)

**Fonte: Adaptado de Souza (2008).**

Souza, I. B. (2008, p.84) destaca que a viabilidade econômica das tecnologias até agora desenvolvidas pelos órgãos governamentais voltadas para o Cariri paraibano, são minadas devido a limitação de espaço em grande parte das propriedades “o que, por sua vez, acaba tornando grande parte dos agropecuaristas dessa região fortemente dependentes dos recursos naturais dessas terras, sendo por isso submetidas à elevada pressão”.

Nas áreas mais secas do semiárido brasileiro (SAB) especificamente nas Depressões Sertanejas, mas também no Planalto da Borborema a exemplo do Cariri paraibano tem-se verificado que “a criação extensiva de caprinos constitui alternativa predominante, para realização dessa atividade são necessários pelo menos 200 a 300 hectares para manter em

condições semiextensivas, um rebanho de corte com 300 matrizes” (GUIMARÃES FILHO; LOPES, 2001, p.14).

Esse panorama fica mais evidente quando se verifica a malha fundiária dos municípios, Barbosa, M. P. (2012, p.319-320) ao confrontar os dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, entre dois municípios do Cariri paraibano - Cabaceiras e São João do Cariri - observou que o número de módulos rurais de 1 a 25 ha Equivalem a 202, cobrindo uma área de 2.118,50 ha, os módulos rurais com mais de 1000 ha são apenas 5, representando uma área de aproximadamente 12.420,10 ha.

Tabela 06: Concentração das terras nos municípios do Estado da Paraíba.

CLASSES DE ÁREA (ha)	Municípios			
	Cabaceiras		São João do Cariri	
	Nº DE IMÓVEIS	ÁREA TOTAL (ha)	Nº DE IMÓVEIS	ÁREA TOTAL (ha)
<b>1 a 25</b>	202	2.118,50	163	1.965,80
<b>25 a 50</b>	84	3.041,00	97	3.350,20
<b>50 a 100</b>	69	4.884,40	73	4.909,30
<b>100 a 200</b>	30	3.356,30	49	6.917,80
<b>200 a 500</b>	15	3.740,10	45	13.630,50
<b>500 a 1000</b>	6	3.383,00	14	8.842,90
<b>Mais de 1000</b>	5	12.420,10	11	19.193,30
<b>TOTAL</b>	411	32.943,40	452	58.829,80

Fonte: Adaptado de Barbosa (2012).

Em São João do Cariri o número de módulos rurais de 1 a 25 ha equivalem a 163, representando uma área de 1.965,80 ha, os módulos rurais com mais de 1000 ha corresponde a uma área de 19.193,30 ha. Esses dados podem ser um indicativo de que este cenário reflete basicamente a herança colonial no campo presente ainda nos dias de hoje em quase toda extensão do território semiárido brasileiro (BARBOSA, op. cit.).

O agrupamento de pessoas em pequenas propriedades conduz a uma exploração intensa acarretando uma carga excessiva sobre os recursos naturais. A substituição da vegetação nativa por pastagens, ou por monoculturas que se ocupam de vastos hectares de terra (grandes latifúndios) impacta profundamente sobre a paisagem natural e os efeitos sobre a flora e a fauna são perversos (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997, p.9).

A irregularidade e a má distribuição das chuvas, tanto temporal como espacialmente na região semiárida (instabilidade climática) e a ocorrência sistemática das secas associado às atividades econômicas praticadas entre outros fatores, tende a criar um cenário propício para o desenvolvimento e a evolução do processo de desertificação.

A ocorrência desse tipo de degradação ambiental em estágio avançado poderá desestabilizar o equilíbrio geoambiental dessa região (Cariri paraibano) e acarretar enormes prejuízos tanto para as famílias que dependem da terra para sobreviver, como para o ambiente que terá sua biodiversidade pauperizada.

Diante do exposto, a preocupação com o monitoramento e a gestão dos recursos naturais tem ganhado notoriedade, tanto nos meios acadêmicos, como de órgãos governamentais e empresas privadas. Nesse contexto, as novas tecnologias entram em cena como ferramentas potencialmente capazes de permitir uma análise mais integrada do ambiente, e de forma interdisciplinar.

### **4.3 Geoprocessamento**

#### **4.3.1 Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)**

O desenvolvimento de tecnologias como a informática na metade do século XX possibilitou o armazenamento e a representação de informações geográficas de forma integrada em ambiente computacional favorecendo o aparecimento do Geoprocessamento. Fitz (2008, p.2) afirma que se trata de “uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita à manipulação, a análise, a simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados”.

O Geoprocessamento utiliza ferramentas computacionais que são chamadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) estes,

necessitam usar o meio digital, portanto o uso intensivo da informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar georreferenciados e com controle de erro; devem conter funções de análise destes dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas) (SILVA, 2003, p.45).

Os SIG's possuem inter-relações com inúmeras técnicas e tecnologias, desde Projetos de Desenhos Assistidos por Computador (CADD), Sensoriamento Remoto (SR), Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), Sistema de Modelos Digital de Elevação (SMDE) entre outros.

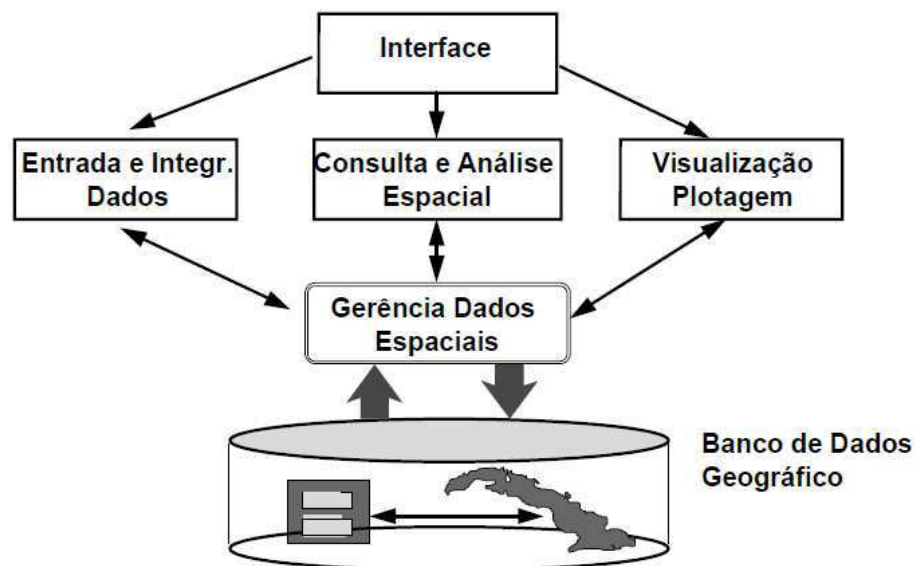
Esse tipo de sistema computacional possibilita trabalhar com uma infinidade de informações geográficas. Portanto, “um SIG pode ser entendido como uma reunião de outros

sistemas associados, os quais são constituídos por programas com módulos (outros programas) diversos que, por sua vez, podem constituir-se em outros sistemas independentes” (FITZ, 2008, p. 80).

Através da evolução da ciência da computação e dos elementos básicos que fazem parte da estrutura de um SIG, como equipamentos (*hardware*), aplicativos (*software*), banco de dados (*dataware*), a utilização de pessoal especializado (*peopleware*) e as metodologias (técnicas de análise), a resolução de problemas de quantificação tornou-se mais rápida possibilitando a automatização da produção de documentos cartográficos.

De forma hierárquica (Fig. 14), Câmara *et. al.* (2001), demonstra através de uma ilustração quais são principais componentes de um SIG:

Figura 14: Estrutura de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).



Fonte: CÂMARA *et al.* (2001).

É na interface homem-máquina que se desenvolverá todo o processo de construção, operação e controle estabelecidos pelo usuário. Todos os comandos serão executados através de janelas que permitirão o acesso à entrada de dados, que por sua vez viabilizará consultas, processamento e análises espaciais, assim como a visualização de resultados na forma de tabelas, gráficos e mapas. Essas etapas fazem parte do nível intermediário de um SIG, que por sua vez possui mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída).

O sistema de gerência de bancos de dados geográficos (SGBD) é especialmente desenhado para lidar com dados espaciais e alfanuméricos, esse sistema deverá controlar a



organização físico-lógica dos dados, o seu armazenamento, a recuperação dos dados espaciais, seus atributos e a sua atualização. Esses procedimentos encontram-se no nível mais interno do sistema.

De acordo com Câmara et al. (2001) e Fitz (2008) a operacionalização de um SIG não é tarefa fácil, tendo em vista principalmente sua complexidade, a interface com o usuário torna-se um dos componentes essenciais para seu pleno uso e eficiência.

#### **4.3.2 Sensoriamento Remoto**

O termo sensoriamento, de acordo com Florenzano (2002), refere-se à obtenção dos dados, e remoto, significa distante, trata-se de uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja contato físico algum entre o sensor e o objeto.

A radiação solar ao incidir sobre a Terra e ao atingir a superfície terrestre sofre diversos processos, isso ocorre devido à interação com diversos materiais (água, vegetação, solo, rochas entre outros) que refletem, absorvem ou transferem energia. A energia que é refletida pelos alvos existentes na superfície retorna a atmosfera passando novamente pelo processo de espalhamento decorrente da presença de aerossóis (LIMA, 2010).

A energia que é absorvida pelos corpos terrestres aquece a superfície que passa a emitir energia no comprimento de onda do infravermelho (radiação térmica). Os sensores remotos passivos instalados nos satélites de observação do planeta Terra captam essa energia refletida e absorvida. A quantidade e qualidade da energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres são determinadas pelas propriedades físico-químicas e biológicas dos materiais terrestres e podem ser identificadas nas imagens e nos dados de sensores remotos (MORAES, 2002, p.7).

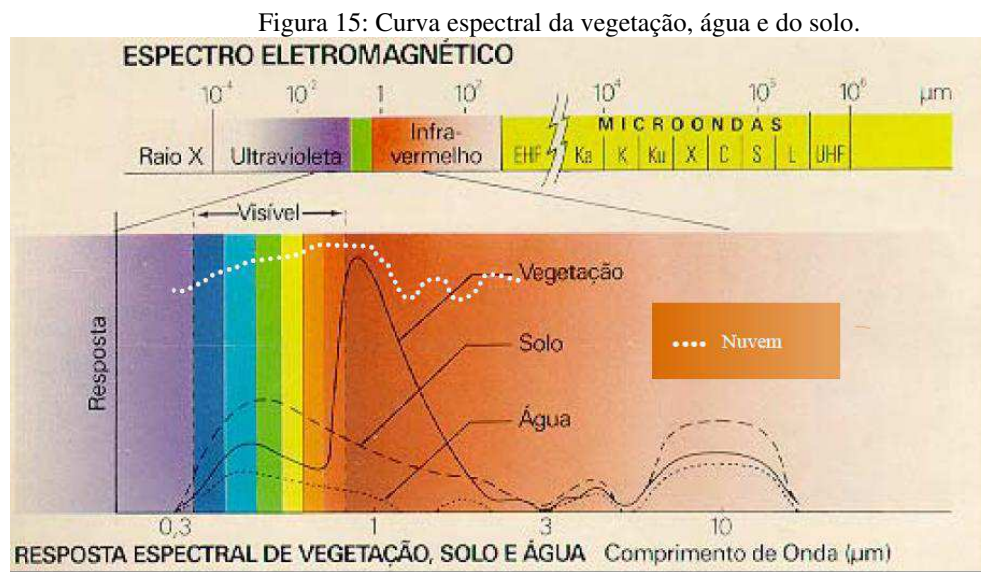
Os sensores remotos passivos são calibrados para captar e registrar a energia refletida ou emitida pela superfície terrestre em faixas de frequências específicas do espectro eletromagnético que representa a distribuição da radiação eletromagnética, por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência. O resultado final é a geração produtos digitais, neste caso as imagens de satélite (MORAES, op cit., p.7).

Esse estudo será baseado na análise da evolução temporal da vegetação, serão utilizadas imagens geradas pelo Thematic Mapper (TM) do satélite LANDSAT-5 e do sensor Operational Land Imager (OLI) do LANDSAT 8. A principal vantagem para realização de pesquisas com os produtos LANDSAT é a disponibilidade e gratuidade de uma longa série de

imagens e possuir uma resolução espacial adequada com tamanho de pixel de 30m x 30m, com separação espectral bem definida em suas respectivas faixas de frequências.

Os arquivos gerados para cada imagem de satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 8, permitirá avaliar como diversos alvos terrestres se comportam a partir de cada faixa de frequência, ou seja, através da assinatura espectral. Tendo em vista que, cada superfície tem uma resposta diferente em cada faixa do espectro eletromagnético, por exemplo: água, vegetação, solo entre outros (NOVO; PONZONI, 2001, p.41).

A assinatura espectral de alguns alvos terrestres pode ser visualizados na Figura 15. Segundo Moraes (2002), a vegetação sadia apresenta alta absorção da energia eletromagnética na região do espectro visível, os pigmentos existentes nas folhas dominam a reflectância espectral. Diferentemente da vegetação o comportamento espectral do solo é afetado por diversos fatores dentre os quais se destacam: a cor do solo, o tipo do solo (latossolo, litossolo, podzólico), o teor de matéria orgânica nele presente, o teor de ferro, a composição mineralógica do solo, o teor de umidade e a sua textura (NOVO; PONZONI, 2001).



Fonte: Moraes (2002).

Uma das características que distingue a água dos outros objetos naturais, segundo o IBGE (1999) são os seus três estados físicos, os quais apresentam comportamento espectral totalmente distinto. No estado líquido a água apresenta uma reflectância baixa, entre 0,38 e 0,70 μm, absorvendo toda a radiação acima de 0,7 μm. Na forma de nuvens, a água apresenta altíssima reflectância. As ondulações na curva espectral são devidas à leve absorção em torno de 1,3 mm e 2,0 mm. A neve possui uma reflectância altíssima no infravermelho próximo,

mas decresce bruscamente no infravermelho médio, com picos de absorção em 1,5 mm, 2,0 mm e 2,5 mm (IBGE, 1999).

Para Moraes (2002), o que condiciona o comportamento espectral de corpos d'água são os processos de absorção e espalhamento produzidos por materiais dissolvidos e em suspensão, que podem ser verificados através da presença de matéria orgânica dissolvida em corpos d'água fazendo com que seja deslocado o máximo de reflectância espectral para o verde-amarelo, enquanto que a presença de matéria inorgânica em suspensão resulta num deslocamento em direção ao vermelho.

#### **4.3.3 A importância da cobertura vegetal para a estabilidade dos solos**

A vegetação de acordo com Rizzini (1997, p.7) é constituída das “formas da cobertura vegetal encontradas num lugar qualquer”, resultante de causas atuais como: clima, solo e fauna. Aproximadamente 70% da superfície terrestre são recoberta com vegetação, possuem função preponderante para o funcionamento de qualquer ecossistema terrestre, assumem o papel de produtor primário na cadeia alimentar, dependem do intercambio com a atmosfera e com a litosfera para sua própria sobrevivência, desenvolvimento e manutenção (JENSEN, 2009, p.357).

A interação da vegetação com a atmosfera se dá a partir da pequena fração de energia do espectro eletromagnético, especificamente na faixa do visível (0,40 a 0,72  $\mu\text{m}$ ) que chega às folhas das plantas e são captadas por elas para a fotossíntese através de pigmentos fotossintetizantes como as clorofilas, xantofilas e carotenos (PONZONI, SHIMABUKURO 2009).

Da energia absorvida para produção do seu próprio alimento, as plantas chegam a utilizar 1% e 1,2% da energia em grandes biomas, em biomas com a biomassa reduzida a utilização de energia chega a ser menor que 1%. As plantas também absorvem uma fração da radiação conhecida como ondas térmicas (infravermelho), essa energia aquece os tecidos das plantas fazendo com que o mecanismo de defesa e regulação da temperatura (transpiração) entre em ação (TRICART, 1977, p.23; JENSEN, 2009, p.367).

De acordo com Tricart (1977) a relação da vegetação com a litosfera se dá de várias formas e uma delas é a partir da sua fixação no solo, do qual obtêm água e nutrientes que são utilizados no processo de produção de alimento, elaboração de tecidos, e no processo de transpiração que provoca fluxos de água anteriormente infiltrada no solo, depois extraída

pelas raízes e enviada à atmosfera em forma de vapor, tal movimento influi na pedogênese resultando na redução de escoamento superficial.

A parte superior da vegetação freia o vento e aumenta a turbulência da passagem do ar resultando em dispersão de energia (efeito da rugosidade), evitando a remoção de partículas minerais. Outra função importante da cobertura vegetal é a interceptação das precipitações através de suas folhas e troncos. As gotas de água em queda livre podem causar erosão do solo (efeito splash) e a cobertura vegetal atua no sentido de interceptação da pluviosidade suavizando a energia cinética das gotas de chuva (TRICART, 1977, p.25-26).

A ação antrópica ao longo do tempo tem contribuído de forma expressiva com a desestabilização dos ecossistemas ao interferir nas condições climáticas locais/regionais e na estabilidade dos solos. Os desequilíbrios nos ecossistemas tendem a acentuarem-se através da troca da cobertura vegetal por cultivos temporários e/ou pastagem potencializando a erosão hídrica, e conseqüentemente a perda de solo fértil. Essas transformações na paisagem têm causando enormes prejuízos para os agricultores que dependem exclusivamente da terra para garantir seu sustento.

Para ilustrar melhor a importância da cobertura vegetal segue um estudo realizado para analisar a perda de água e solo em diferentes coberturas superficiais em uma bacia escola no municípios de Sumé-PB (1983 a 1991). Santos et al. (2007) montaram experimentos com parcelas de 100 m<sup>2</sup> (4,5 m x 22,2 m) para obtenção dos dados de lâmina escoada e produção de sedimentos, as classes de cobertura e a declividade média encontram-se na Tabela 7.

Tabela 07: Característica das parcelas da Bacia Experimental de Sumé-PB.

Parcela	Declividade média (%)	Cobertura Vegetal	Períodos de dados
1	3,8	P1-Desmatada	1982-1991
2	3,9	P2-Vegetação rasteira com cobertura morta	1982-1991
3	7,2	P3-Vegetação rasteira com cobertura morta	1982-1991
4	7	P4-Desmatada	1982-1991
5	9,5	P5-Catinga nativa	1982-1991
6	4	P6-Palma morro abaixo	1983-1991
7	4	P7-Palma cultivada em nível	1983-1991
8	4	P8-Solo revolvido (Padrão Wischmeier)	1986-1991

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2007).

Os autores verificaram que o valor médio anual de erosão do solo na Parcela com solo revolvido (P8) ao ser comparado com o valor médio da Parcela com caatinga nativa (P5) no período de 1983 a 1990, foi 84 vezes maior, isso se deve a retirada da cobertura vegetal da superfície do solo na Parcela 8, facilitando a ação do impacto das gotas da chuva e o

escoamento superficial sobre o solo descoberto ocasionando a desagregação e transporte das partículas do solo (SANTOS et al., 2007, p.26).

Os valores médios anuais de erosão obtidos para as parcelas com vegetação rasteira e cobertura morta (P2 e P3) reduziu as perdas de solo em 99% comparando com as Parcelas desmatadas (P1 e P4) entre o período de 1986 a 1990. Essa comparação demonstra a importância do manejo adequado do solo e o papel da cobertura morta na diminuição do potencial erosivo ao proteger o solo.

A Figura 08 indica que a perda de solo (9,2 t/h) na Parcela (P6) com plantio de palma em nível foi bem menor (reduziu em 94,6% as perdas) do que na Parcela (P7) com cultivo de palma morro a baixo (7,7 t/h) evidenciando a influência da declividade na potencialização da perda de solo e aceleração do escoamento superficial caso os cultivos não sejam feitos em curvas de nível, principalmente nos períodos de ocorrência das chuvas torrenciais típicas do SAB.

Tabela 08: Precipitação média anual e perda de solo na bacia escola de Sumé-PB.

Ano	Chuva (mm)	Erosão (tonelada/hectare)							
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1983	245	14	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	-
1984	608	32,6	0,8	0,3	83,2	0,0	0,6	2,4	-
1985	1.453	102,2	0,4	0,6	186	0,2	10,4	6	-
1986	965	19,8	1	1,6	25,6	0,6	13,7	8,5	17,3
1987	372	11	0,0	0,0	18,9	0,0	7,8	2,8	9,5
1988	736	58,7	0,0	0,0	63,5	0,0	31,5	12,8	48,8
1989	917	51,1	0,0	0,0	83	0,0	-	-	34,5
1990	267	9,3	0,0	0,0	5,1	0,1	-	-	5,5
1991	986	0,0	0,1	0,0	1	0,6	0,5	0,7	36,2
<b>Média</b>	<b>728</b>	<b>33,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>52,1</b>	<b>0,2</b>	<b>9,2</b>	<b>7,7</b>	<b>25,3</b>

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2007).

A vegetação assume papel importante no equilíbrio dos ecossistemas, sua retirada e/ou queima reflete diretamente na instabilidade geoambiental podendo acarretar prejuízos incalculáveis, tanto do ponto de vista econômico, como socioambiental, histórico e cultural, uma vez que o ser humano estabelece uma relação topofílica<sup>3</sup> com o lugar onde habita e desenvolve vínculos afetivos com esse meio.

A cobertura vegetal por se tratar de um parâmetro biológico que interage com a radiação eletromagnética que chega à superfície terrestre, com o ciclo hidrológico e com o solo, tem

<sup>3</sup> O termo Topofilia é um neologismo definido pelo geógrafo Yi-Fu Tuan como “todos os laços afetivos dos seres humanos com o meio ambiente material” (TUAN, 1980, p. 107).

sido usada por muitos estudiosos para identificar e quantificar os níveis de degradação das terras em escala local e global.

Desde a década de 1960, o uso do sensoriamento remoto pelos cientistas tem servido para extrair e monitorar vários princípios biofísicos da vegetação através do uso de índices de vegetação. Trata-se de medidas radiométricas adimensionais que indicam a abundância “relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, e radiação fotossinteticamente ativa absorvida (RFAA, ou APAR, em inglês)” (JENSEN, 2009, p.384).

Segundo Ponzoni (2010, p.79) diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura com o objetivo de explorar as propriedades espectrais da vegetação, essa fundamentação reside no comportamento antagônico da Reflectância da vegetação nas duas regiões espectrais do visível e do infravermelho próximo.

Rouse et al. (1973) desenvolveram o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI ou IVDN). Trata-se da normalização da razão simples para o intervalo de -1 a +1, ou seja, a razão entre bandas espectrais. Para alvos terrestres o limite inferior torna-se aproximadamente zero (0) e o limite superior aproximadamente 0,80 (PONZONI, 2009, p.82).

A normalização das bandas espectrais é feita através da equação:

$$NDVI = (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (\rho_{nir} + \rho_{red}) \quad (eq.1)$$

Onde:

$\rho_{nir}$  = Infravermelho Próximo;

$\rho_{red}$  = Vermelho.

Os índices de vegetação são ferramentas importantes e amplamente utilizadas para monitorar a dinâmica da cobertura vegetal em vários ambientes. O NDVI é utilizado para construir perfil temporal das atividades da vegetação, verificar a duração do período de crescimento, pico de verde, mudanças fisiológicas das folhas, estágio de senescência permitindo ainda a comparações interanuais entre perfis (PONZONI, 2009, p.83; JENSEN, 2009, p.388).

Muitos estudos sobre degradação ambiental/desertificação estão sendo desenvolvidos na região semiárida do Nordeste brasileiro utilizando técnicas de sensoriamento remoto,

destacam-se inúmeros trabalhos como os realizados por Souza (2008), Accioly et al. (2005), Oliveira (2009), Costa et al. (2009) entre outros.

Mesmo sendo um índice muito utilizado o NDVI possui algumas desvantagens: a) trata-se de um índice baseado em razão, portanto, é não-linear e pode ser influenciado por efeitos ruidosos aditivos como: a radiância de trajetória atmosférica; b) e sensibilidade a variações do substrato sob o dossel (por exemplo, solos que são visíveis sob os dosséis) (JENSEN, 2009, p.388).

Outro índice conhecido e ainda pouco utilizado é o Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) desenvolvido por Huete (1988), é uma adaptação do NDVI e possui propriedades para minimizar os efeitos das variações de brilho do solo que possui considerável influência no espectro de radiação proveniente de dosséis vegetais esparsos. Para minimizar os efeitos do solo foi incorporada uma constante de ajuste de solo (fator L) na equação do NDVI. O cálculo do SAVI é feito da seguinte forma:

$$\text{SAVI} = (1 + L) \times (\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}) / (\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{red}} + L) \quad (\text{eq.2})$$

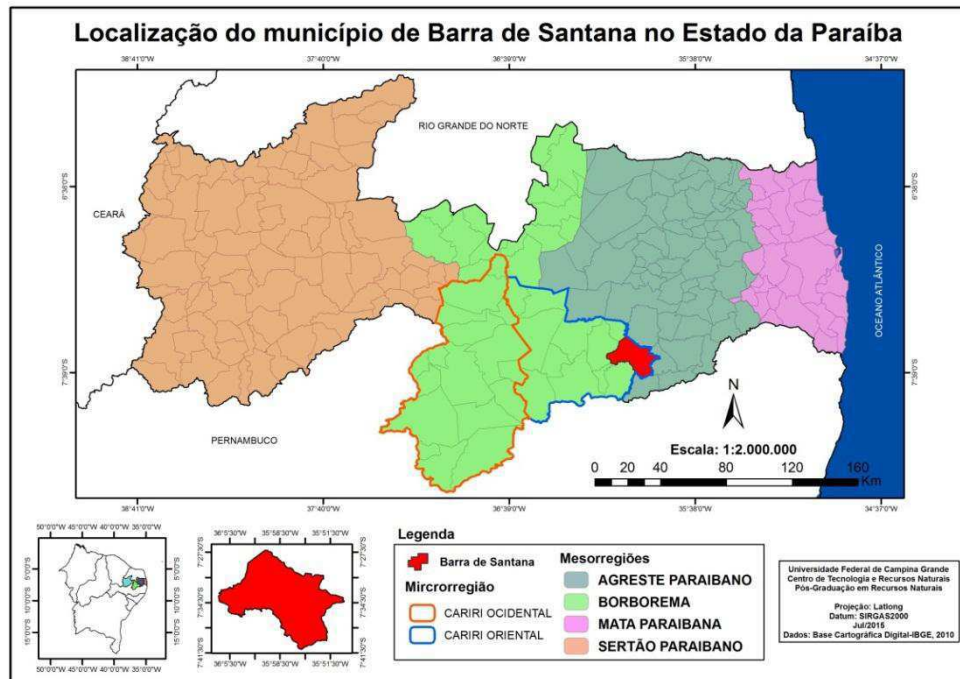
Em estudos sobre a dinâmica da caatinga e o processo de degradação/desertificação na região semiárida tem-se usado pouco o SAVI. A escolha desse índice para esta pesquisa baseia-se no estudo de Becerril-Peña et al. (2015), estes autores ao avaliarem o risco de desertificação no planalto semiárido do México Central destacam que o SAVI parece ser o índice mais indicado para estudo sobre a degradação/desertificação por possuir um fator de ajuste que leva em consideração a heterogeneidade, a densidade e a distribuição da vegetação.

## 5 - MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema no Estado da Paraíba e corresponde ao município de Barra de Santana, como pode ser verificado na Figura 16. Em sua formação administrativa foi subordinado aos municípios de Cabaceiras (1893-1958) e Boqueirão (1959-1993), denominado inicialmente de Bodocongó, passou a se chamar Barra de Santana em homenagem a padroeira no ano de 1994, data da sua emancipação política (IBGE, 2015).

Figura 16: Localização do município de Barra de Santana-PB.



Fonte: Base Cartográfica Digital – IBGE (2010).

O município possui área territorial de 376,9 Km<sup>2</sup> e densidade demográfica da ordem de 21,8 hab/km<sup>2</sup>. Esse município situa-se entre as coordenadas 07°31'12''S e 36°00'00''W. Está distante cerca de 162 Km da capital João Pessoa e é cortado pela BR 104 que liga Campina Grande-PB a Caruaru-PE.

O município de Barra de Santana limita-se ao Norte com o município de Queimadas-PB, a Oeste com o município de Boqueirão-PB, a Sul com o de Alcantil-PB e a Leste com Gado Bravo-PB. Essa área é geograficamente marcada por secas periódicas e está localizada em uma Área Susceptível a Desertificação (ASD) (BRASIL, 2007).



### 5.1.2 Aspectos sociais

A população total do município de Barra de Santana de acordo com o Quadro 01, passou de 8.944 no ano 1991<sup>4</sup> para 8.206 no ano de 2010 com uma taxa média anual de - 0,40% segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano (2010), essa taxa negativa está relacionada à dinâmica migratória da população, seja em decorrência dos períodos de secas prolongadas, ou por falta de melhores oportunidades já que se trata de um município predominantemente rural.

Quadro 01: População total, por Gênero, Rural/Urbana - Barra de Santana – PB.

Ano	1991	2000	2010
<b>População total</b>	8.944	8.311	8.206
<b>Homens</b>	4.487	4.192	4.147
<b>Mulheres</b>	4.457	4.119	4.059
<b>Urbana</b>	821	602	731
<b>Rural</b>	8.123	7.709	7.475

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano (2010).

Quando analisados os valores da renda *per capita* no Brasil, presentes no Quadro 2, esta cresceu, do ano de 1991 para o ano de 2010, 77,38%; a Paraíba apresentou para igual período, um crescimento de 141,60%. Para o município de Barra de Santana, essa taxa foi de 68,22%. No que se refere a porcentagem da população considerada extremamente pobre, foi observado uma queda de 41,73% de 1991 para 2010, sendo a taxa de queda para a população pobre de 35,45%.

Quadro 02: Renda *per capita* no Brasil, no Estado da Paraíba e em Barra de Santana.

Ano	1991	2000	2010
<b>Renda per capita no Brasil (em R\$)</b>	447,56	592,46	793,87
<b>Renda per capita na Paraíba (em R\$)</b>	196,59	299,9	474,94
<b>Renda per capita de Barra de Santana (em R\$)</b>	125,48	119,95	211,08
<b>% de extremamente pobres</b>	46,47	43,15	27,08
<b>% de pobres</b>	76,99	67,87	49,70
<b>Índice de Gini</b>	0,54	0,53	0,50

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano (2010).

<sup>4</sup> Embora vários municípios não existissem antes de 1991, o espaço do município atual correspondia a parcelas de um ou mais municípios no passado, foi considerado separadamente para que pudesse ser feita uma comparação espacial e temporal dos indicadores do Atlas de Desenvolvimento Humano (2010).

O índice de Gini expressa bem a diminuição da desigualdade de renda no município passando de 0,54 em 1991 para 0,50 em 2010. Esse índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 mais concentrada é a renda e conseqüentemente acentuam-se as desigualdades.

A taxa de mortalidade de crianças com menos de 1 ano (por mil nascidos vivos) no município sofreu redução de 65,5%, essa mesma taxa referente a crianças com até 5 anos de idade sofreu uma queda de 71,3% entre 1991 e 2010, como ser observado no Quadro 3.

Houve um acréscimo de 12,6 anos na expectativa de vida da população que passou de 57,2 anos em 1991 para 69,8 em 2010, o que pode ser considerado como algo significativo quando comparado com a expectativa de vida nacional que aumentou 9,2 anos entre 1991 e 2010 passando de 64,7 para 73,9 anos.

Os dados presentes no Quadro 3, indicam melhorias no sistema de saúde pública do município, responsável pelo desenvolvimento de campanhas preventivas, o combate à desnutrição e o acompanhamento mensal das famílias pelos agentes comunitários de saúde que visitam as residências. A instalação de Postos da Saúde da Família na zona urbana e rural tem facilitado o acesso a atendimentos básicos.

Quadro 03: Longevidade, Mortalidade e Fecundidade - Barra de Santana – PB.

<b>Barra de Santana - PB</b>			
<b>Ano</b>	<b>1991</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
<b>Esperança de vida ao nascer (em anos)</b>	57,2	62,1	69,8
<b>Mortalidade até 1 ano de idade (por mil nascidos vivos)</b>	81,2	52,9	28
<b>Mortalidade até 5 anos de idade (por mil nascidos vivos)</b>	105,2	67,8	30,2
<b>Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)</b>	4,9	3,1	1,8

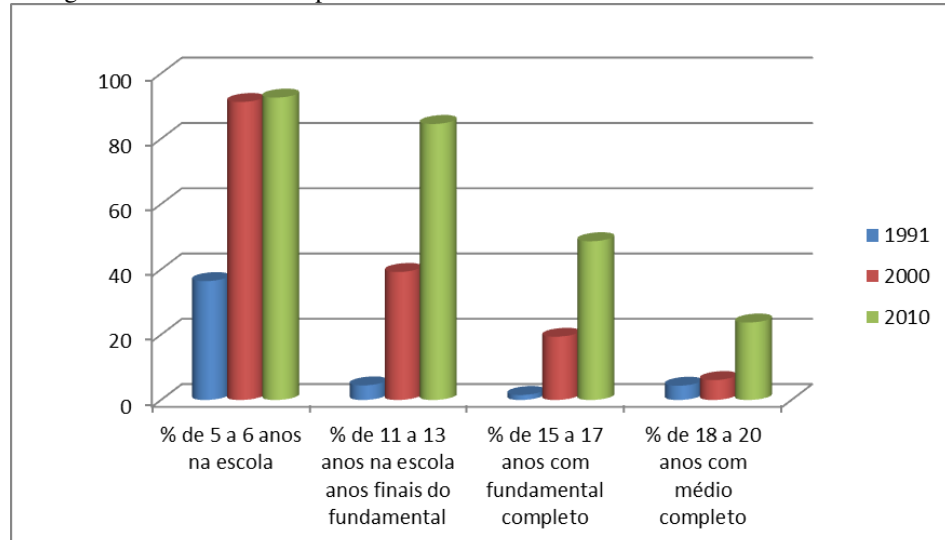
Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano (2010).

A proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola teve um aumento de 60,7% entre os anos de 1991 e 2010, como pode ser observado na Figura 17. Os alunos com idade entre 11 e 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental teve um acréscimo de 94,7%. O público de jovens de 15 e 17 anos com ensino fundamental completo teve um aumento de 96,9%, para o mesmo período, enquanto a proporção de jovens entre 18 a 20 com ensino médio completo cresceu 83%.

Quando se compara o fluxo escolar entre os anos de 1991 a 2010, verifica-se uma grande diferença na evolução do acesso a educação pública e conseqüentemente a redução nas taxas de analfabetismo como é caso da população de 18 anos ou mais que teve essa taxa reduzida em 16,64% nas últimas décadas segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano (2010).

Os dados referentes a dinâmica escolar por faixa etária presentes na Figura 17, sinalizam para ocorrência de melhorias na educação pública do município ao longo de duas décadas.

Figura 17: Fluxo Escolar por Faixa Etária - Barra de Santana - PB - 1991/2000/2010.



Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano (2010).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no Brasil passou de 0,493 em 1991 para 0,727 no ano de 2010, teve um aumento de 32,2%, no Estado da Paraíba houve um crescimento de 41,9%, passou de 0,382 para 0,658 durante o mesmo período.

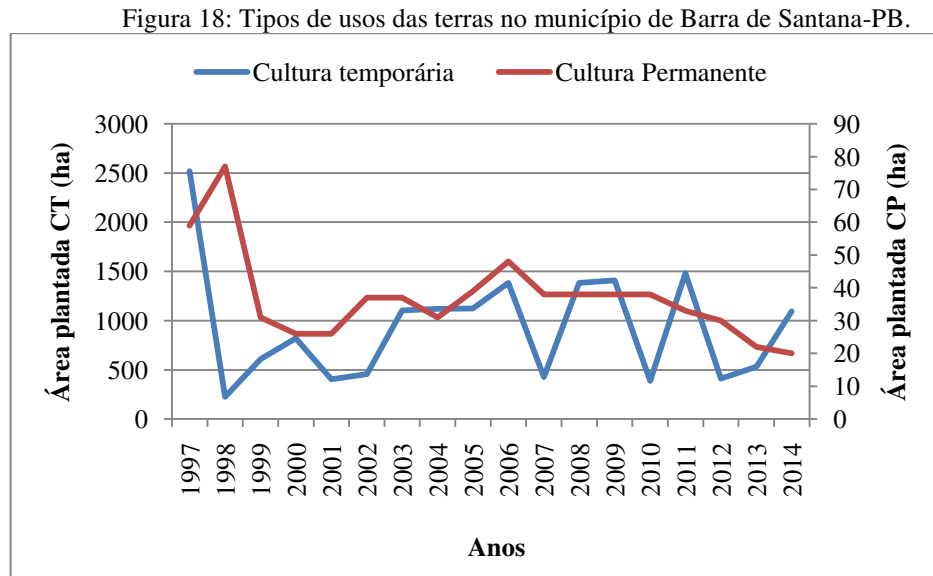
No município de Barra de Santana esse índice supracitado apresentou uma porcentagem de 51,9%, passou de 0,273 para 0,567. Esses valores apontam para evolução considerável na melhoria das condições de vida como renda, longevidade e educação no referido município.

### 5.1.3 Aspectos econômicos

O cultivo de culturas permanentes (coco-da-baía, sisal, banana, algodão arbóreo entre outros) e temporárias (feijão, milho, fava entre outros) entre 1990 e 2010 representam os tipos de uso agrícola do solo no município.

Pode-se verificar que a partir do ano de 1997, houve uma redução na área utilizada para agricultura, principalmente destinada a culturas permanentes. A justificativa pode estar relacionada aos períodos de seca prolongados, falta de assistência técnica e ausência de incentivos governamentais. Associado a esses fatores supracitados, o uso intensivo do solo

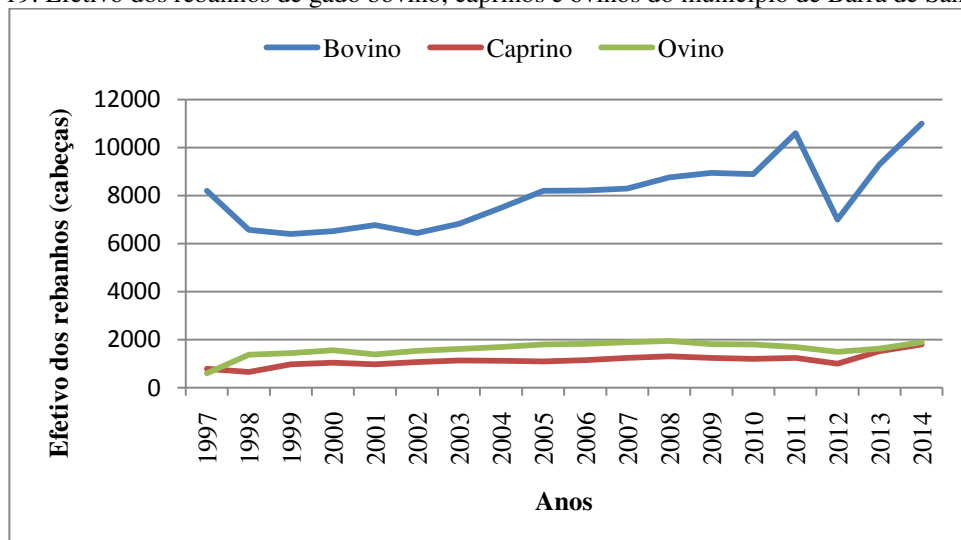
aliado ao seu manejo inadequado ocasiona a sua degradação. A Figura 18 mostra a dinâmica dos tipos de usos das terras pela agricultura na zona rural de Barra de Santana.



Fonte: IBGE (2010).

A criação de animais de grande e pequeno porte na maioria dos casos é a saída para superar a baixa produção agrícola. A Figura 19 apresenta o efetivo de animais de produção no município ao longo do tempo, embora os dados referentes a 2013/2014 não condizem com a realidade em períodos de seca prologada (redução dos rebanhos) a criação de gado bovino destaca-se por apresentar um efetivo médio anual de 8.025 cabeças. A produção de leite e derivados Barra de Santana tornou-se uma das bacias leiteiras do Cariri paraibano.

Figura 19: Efetivo dos rebanhos de gado bovino, caprinos e ovinos do município de Barra de Santana-PB.

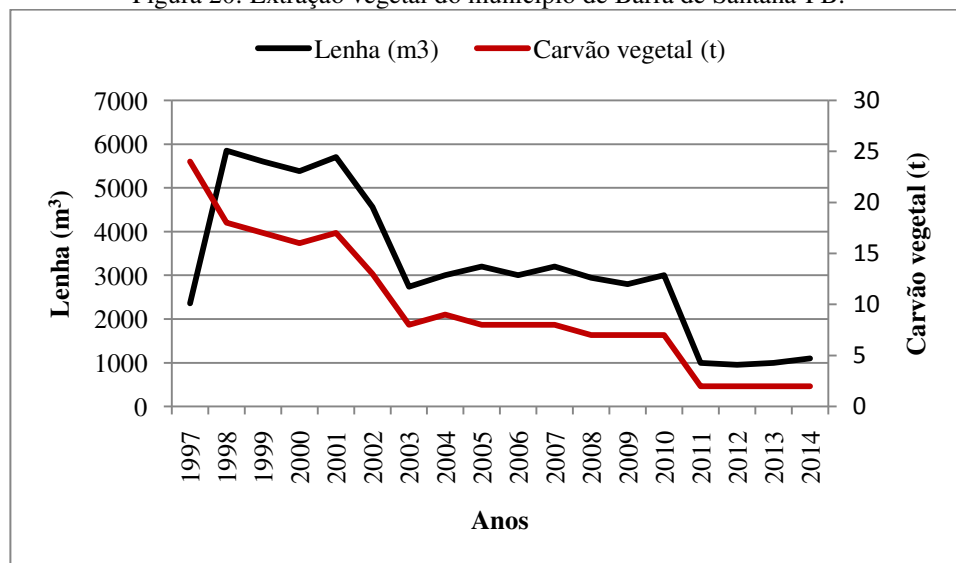


Fonte: IBGE (2010).

O efetivo de caprinos e ovinos ajuda a compor a matriz pecuária do município, a pesar da resistência destes animais a seca e a sua necessidade alimentar ser relativamente baixa em comparação com outros animais de grande porte sua representatividade no município de Barra de Santana é muito pequena, em algumas áreas do Cariri paraibano ocorre o inverso como, por exemplo, o município de Cabaceiras que passou a investir na criação de animais de pequeno porte.

A extração vegetal é outra fonte de renda presente na maioria dos municípios da região semiárida paraibana, no município de Barra de Santana não é diferente. A Figura 20 apresenta a dinâmica das duas atividades estiveram em alta entre 1997 e 2001, isto pode estar relacionado à retirada da vegetação nativa para comercialização da lenha e/ou transformação em carvão vegetal que serve como matéria-prima para indústria cerâmica, padarias ou são utilizado nas residências. A partir de 2002 essa produção entrou em declínio coincidentemente com a vigência de programas sociais no município.

Figura 20: Extração vegetal do município de Barra de Santana-PB.



Fonte: IBGE (2010).

O número de imóveis maiores que 50ha corresponde a 8,4%, ou seja, as pequenas e médias propriedades se concentram nas mãos de poucos proprietários que detém 55,5% das terras no referido município. Dependendo do tipo de uso e sua intensidade nos pequenos minifúndios pode ocasionar prejuízos tanto do ponto de vista social, quanto ambiental. A grande quantidade de pequenos imóveis rurais não se diferencia do que se pode encontrar para a maioria dos municípios da região semiárida.

O número de propriedades com menos de 50ha chega 91,6%, trata-se de uma porcentagem muito alta, indicando desigualdade na distribuição das propriedades. A estrutura fundiária do município de Barra de Santana é apresentada na Tabela 9.

Tabela 09: Concentração das terras no município de Barra de Santana-PB.

<b>Estrutura fundiária do município de Barra de Santana-PB</b>		
<b>Classe de área (ha)</b>	<b>Nº de imóveis</b>	<b>Área (ha)</b>
< 0,2 ha	6	1
De 0,2 a menos de 0,5 ha	10	3
De 0,5 a menos de 1 ha	58	31
De 1 a menos de 2 ha	135	146
De 2 a menos de 3 ha	110	224
De 3 a menos de 4 ha	68	206
De 4 a menos de 5 ha	60	246
De 5 a menos de 10 ha	138	910
De 10 a menos de 20 ha	136	1772
De 20 a menos de 50 ha	127	3852
De 50 a menos de 100 ha	46	3101
De 100 a menos de 200 ha	21	2670
> 500 ha	11	3271

Fonte: Censo Agropecuário (2006).

Nota-se que ainda existe forte relação com o modo de ocupação do território paraibano, principalmente na região semiárida do estado supracitado, além de outros fatores como, por exemplo, alguns mecanismos de poder ainda imperativos nos dias atuais garantindo que não haja uma ruptura desse modelo agrário a muito tempo estabelecido.

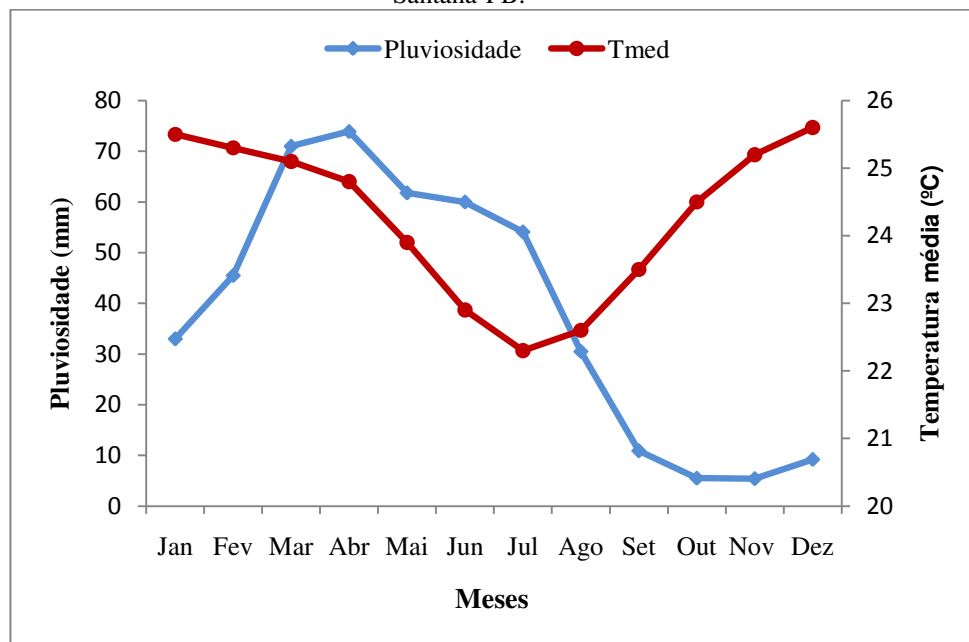
#### 5.1.4 Aspectos físicos

Segundo o PAE-PB (2011) o clima do município de Barra de Santana é Bsh (classificação de Köppen) semiárido quente com chuvas de verão, com período chuvoso concentrado nos meses de março e abril, uma média de 465,5 mm/ano o que indica baixos índices pluviométricos. A vegetação da Caatinga desse município faz parte da comunidade *Caesalpinia-Aspidosperma*, típica de terras altas da Borborema, especificamente Cariris da Paraíba (ANDRADE-LIMA, 1981, p.31).

A temperatura média anual do município corresponde a 24,3 °C, foi estimada a partir de uma série temporal de dados de 30 anos obtidas através do software EstimaT<sup>5</sup>. Os meses mais quentes são Dezembro (25,6 °C), Janeiro (25,5 °C) e Fevereiro (25,3 °C) quando ocorre a estação do verão no hemisfério Sul (solstício de verão), e os meses mais frios são Junho (22,9 °C), Julho (22,3 °C) e Agosto (22,3 °C) que marcam a temporada de inverno no hemisfério Sul (solstício de inverno). A temperatura

Os dados da pluviosidade foram adquiridos no site da Agência Nacional das Águas (ANA), e para obtenção das médias mensais foi utilizada uma série de dados temporais de 30 anos. Verifica-se que os meses que marcam o período de chuvas concentradas no município são: Março (71 mm), Abril (73,9 mm) e Maio (61,8mm).

Figura 21: Temperatura média mensal (°C), e pluviosidade mensal (mm) do município de Barra de Santana-PB.



Fonte: Elaborado com base em Cavalcanti e Silva (1994).

Geomorfologicamente, o município está inserido no Planalto da Borborema região caracterizada por formas convexas classificadas como *Maciços Residuais*, são blocos individualizados, separados do corpo geral e principalmente da Superfície Aplainada da Borborema por depressões tectônicas ou pediplanares (CARVALHO, 1982, p. 49).

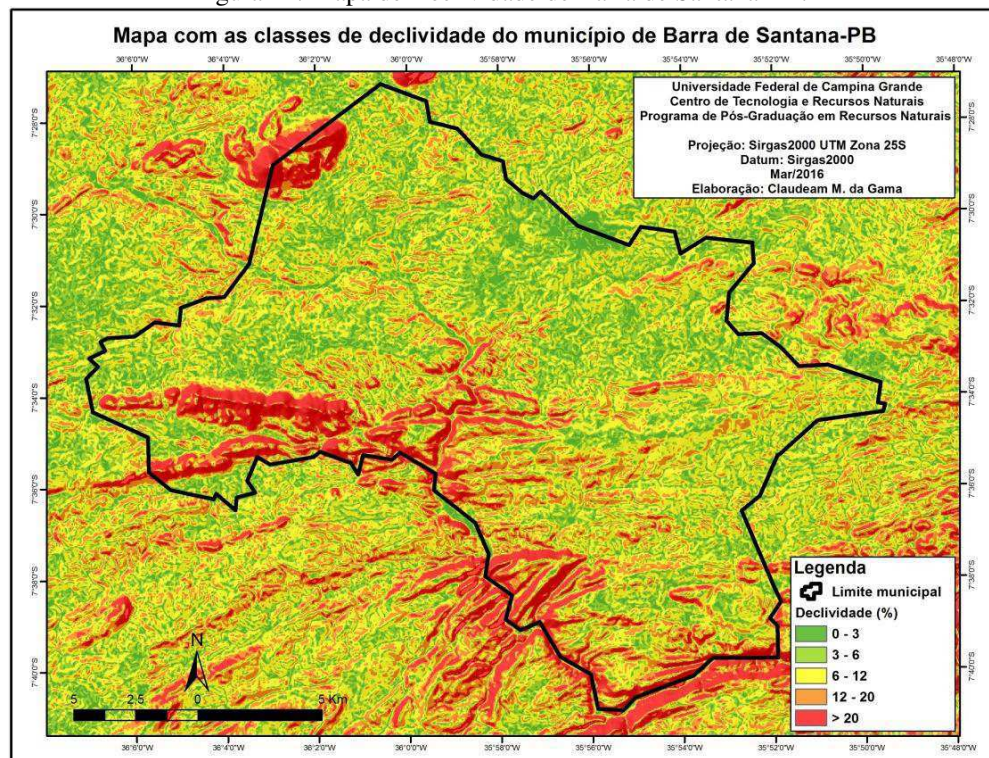
<sup>5</sup> Software desenvolvido por Cavalcanti e Silva (1994) e disponibilizado no site do Departamento de Ciências Atmosféricas da UFCG (<http://www.dca.ufcg.edu.br/>), estima as temperaturas mínimas, médias e máximas em função da latitude  $\phi$ , longitude  $\lambda$  e elevação  $h$  da localidade, dos coeficientes de regressão  $a_0, \dots, a_9$  e das Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) do oceano Atlântico.



Alguns destes blocos constituem porções bem elevadas do relevo, com altitudes médias entre 500–800 metros e certa expressividade espacial na paisagem caracterizando as Serras paraibanas. As Serras com altitude entre 600 a 800 metros (Teixeira, Araruna, Cuité, Baixa Verde, entre outros) podem ser consideradas como ramificações pertencentes ao nível mais elevado da Borborema e aquelas entre 400 a 500 metros como pertencentes ao nível mais baixo (“Superfície Cariris”) (PARAÍBA, 2006; CARVALHO, op cit., p. 49).

As Classes de Declividade do município de Barra de Santana podem ser observadas na Figura 22. Em algumas áreas o relevo apresenta-se bem acidentado ultrapassando os 20%, podendo ser caracterizado como forte-ondulado a montanhoso.

Figura 22: Mapa de Declividade de Barra de Santana-PB.



Fonte: Elaborado com base em Miranda (2014).

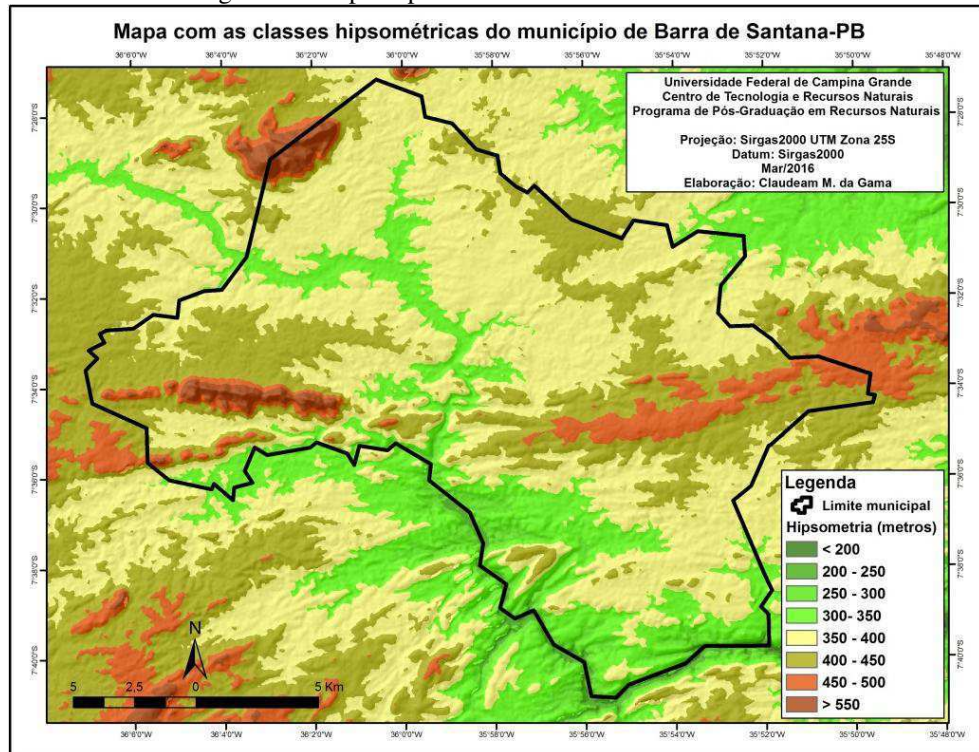
A drenagem nesta unidade geomorfológica é caracterizada por rios temporários de regime torrencial durante o período chuvoso. Em muitos lugares, o padrão dendrítico modifica-se em um padrão retilíneo que reflete uma adaptação às linhas de falha e fraturas que atingem o Maciço da Borborema quando do seu soerguimento (CARVALHO, 1982, p. 49).

As Classes Hipsométricas da área de estudo, variando entre 189-796 metros, com uma média de 489,5 metros. A Serra de Caturité a Noroeste da sede do município e a Serra de Inácio Pereira a Sudoeste estão entre as cotas 589- 796 metros, podendo-se caracterizar uma



possível transição entre os dois níveis citados por Carvalho (1982), como pode ser verificado na a Figura 23.

Figura 23: Mapa Hipsométrico de Barra de Santana-PB.



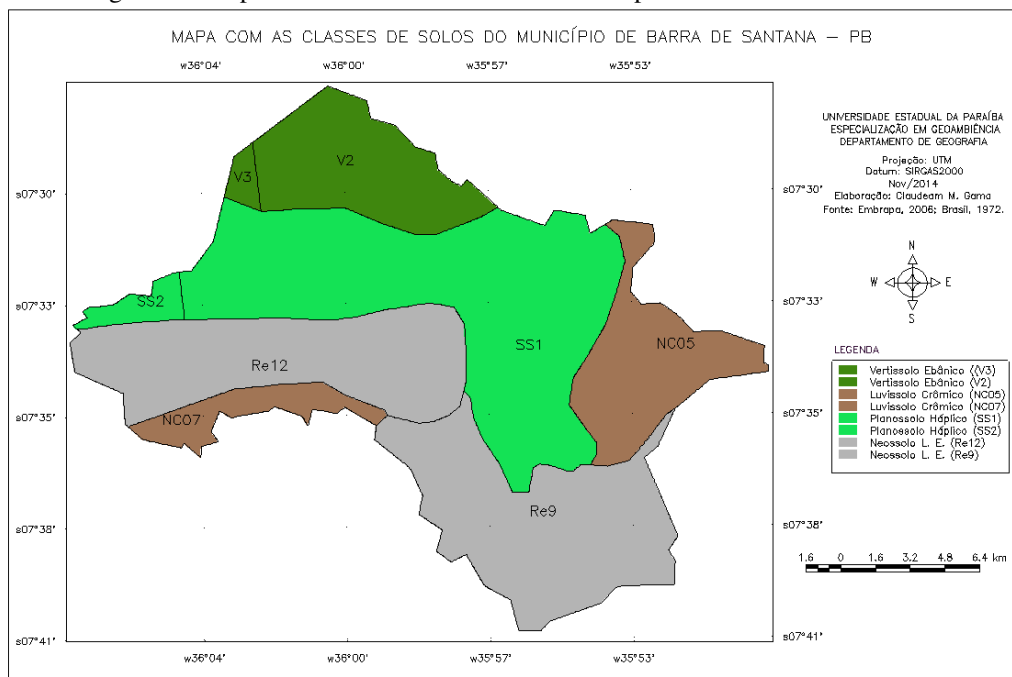
Fonte: Elaborado com base em Miranda (2014).

A Figura 24 apresenta as unidades predominantes de solos estão classificadas segundo os critérios contidos nos levantamentos Brasil (1972), Embrapa (2006) podem ser observados, sendo estas:

- *Luvissolo Crômico órtico (TCo)*: compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade alta, relevo ondulado com trechos fortemente ondulados (NC5) e suave ondulado (NC7).
- *Vertissolo Hêbanico Órtico típico (VCo)*: solos minerais com alto conteúdo de argila com “slickensides” abaixo do horizonte superficial, presença de fendas durante o período seco, relevo suave ondulado, os problemas com a erosão são menos intensos; (V2, V3) relevo suave ondulado e ondulado.

- *Neossolo Litólico Eutrófico – RLe*: solos com horizonte A fraco, textura arenosa ou média, muito rasos ou rasos, apresentam um horizonte A assente diretamente sobre a rocha ou mesmo com um horizonte C de pequena espessura, entre o A e a rocha, relevo ondulado (Re9), fortemente ondulado (Re12).
- *Planossolo Háptico Eutrófico solódico – SXe*: solos minerais com horizonte A fraco, textura média no horizonte B, são rasos ou pouco profundos, com drenagem imperfeita ou má, moderadamente ácidos na superfície e moderadamente alcalinos no horizonte C, o relevo é plano e suave ondulado (SS1, SS2).

Figura 24: Mapa com as classes de solos do município de Barra de Santana-PB.



Fonte: Adaptado da Embrapa Solos UEP Recife (2006).

As restrições para uso dos solos presentes no município de Barra de Santana está relacionado as limitações provocadas pelo relevo, os riscos de erosão laminar severa e em sulcos, a carência de água nas áreas ocupadas pelos Luvisolos, Vertissolos e Neossolos, são indicados para o estabelecimento da pecuária pouco recomendado para o desenvolvimento de atividades agrícolas.

As áreas ocupadas pelo Planossolos são limitadas pela escassez de água e pelos teores relativamente elevados de sódio trocável na parte baixa dos perfis e pelas péssimas condições físicas do horizonte B, apresenta estrutura colunar e torna-se extremamente duro quando seco.

## 5.2 Material

Para realização do estudo serão utilizados os seguintes materiais:

- ✓ Um conjunto de imagens Landsat-5, sensor TM, órbita ponto 214/65 Bandas 2, 3, 4, de 1989 e 2011, selecionadas a partir do grau de cobertura de nuvens e do período de chuvas na região, disponível gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS);
- ✓ Modelo Digital de Elevação extraído dos dados do SRTM, malha 90m x 90m, disponível no site da EMBRAPA Monitoramento por Satélite;
- ✓ Dados pluviométricos da Estação Bodocongó, localizada no município de Barra de Santana – PB, Código: 735124 obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA);
- ✓ Cartas Topográficas da SUDENE, escala 1:100.000, digitalizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, disponível no site da AESA;
- ✓ Arquivos tipo shape, contendo as principais estradas, drenagens, sedes municipais, sedes distritais, limites de municípios e açudes da Paraíba. Disponível no site da AESA;
- ✓ Software SPRING 5.2.6 - Sistema de Processamento de Informações Geográficas (CÂMARA et al., 1996), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE;
- ✓ Software Arcgis 10.2 versão de avaliação.
- ✓ Software Erdas Imagine 9.3 disponível no Laboratório do Departamento de Meteorologia da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande).
- ✓ Dados socioeconômicos do Censo 2010 do município de Barra de Santana, disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE;
- ✓ Elaboração de questionário socioambiental;
- ✓ Clinômetro e trena.
- ✓ Equipamento GPS Garmin.

## **5.3 Procedimentos metodológicos**

### **5.3.1 O método e os tipos de pesquisa**

De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p.83), “método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”, ou seja, é a utilização de um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos para se atingir o conhecimento (GIL, 2008).

A escolha do método dialético quanto a sua abordagem para realização da pesquisa no município de Barra de Santana, se deve como bem resume Marconi e Lakatos (2003, p.106), “a sua forma de adentrar-se o mundo dos fenômenos através da sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e da mudança dialética que ocorre na natureza e na sociedade”. Esse método oferece “bases para interpretação dinâmica e totalizante da realidade, já que estabelece que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de suas influências políticas, econômicas, culturais”, entre outros (GIL, 2008, p.14).

Quanto a sua natureza, trata-se de uma pesquisa básica, uma vez que esta procura alcançar o saber para satisfação do desejo de adquirir conhecimento e proporcionar informações possíveis de aplicações práticas, sendo desvinculada de finalidades utilitárias imediatas, não sofrendo limitação de tempo. Portanto, entende-se que essa pesquisa enquadra-se em tal descrição (CASTILHO et al., 2011).

É uma pesquisa exploratória em relação aos objetivos, por proporcionar maior familiaridade com o tema e auxiliar na identificação dos fatores que contribuem para ocorrência dos fenômenos que serão estudados. Descritiva por especificar as características de determinadas populações ou fenômenos, através da utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados como, por exemplo, o questionário (GIL, 2008).

Em relação aos procedimentos, a pesquisa bibliográfica teve fundamental importância no que tange ao levantamento de referências teóricas já analisadas, publicadas por meios escritos e eletrônicos. A realização de coleta de dados em campo junto as pessoas através de questionários fechados com uma amostra pré-estabelecida foi imprescindível para a obtenção de informações necessárias para que os objetivos fossem alcançados, como descrito nos instrumentos de coleta.

### 5.3.2 Instrumentos de coleta

A distribuição espacial da população do município de Barra de Santana não é homogênea. Para obter informações sobre a participação da população, em programas sociais e avaliar as vulnerabilidades dessa população, a metodologia utilizada seguiu algumas etapas, como: aplicação de questionários e análise dos dados.

Os dados sobre a distribuição espacial e o número de famílias atendidas pelos Agentes Comunitários de Saúde foram obtidas junto a Secretaria Municipal de Saúde. Os Agentes foram comunicados pela Secretaria de Saúde de Barra de Santana, desse modo, estabeleceu-se uma cooperação para aplicação dos questionários aos moradores das comunidades rurais com o auxílio dos Agentes de Saúde.

Os objetivos da pesquisa e a estrutura dos questionários com suas respectivas informações foram explicados individualmente aos Agentes de Saúde que se disponibilizaram a auxiliar na pesquisa. Esta metodologia sofreu algumas adaptações que levaram em conta a quantidade de questionários e o número de Agentes de Saúde que atuam no município (ao todo 21).

O universo ficou restrito a zona rural do município de Barra de Santana representado por 91% (7.475 hab.) das famílias residentes nesse espaço. Convencionou-se que cada família tem em média cinco membros, desse modo, 10% da população rural correspondia a 747,5 hab., ao dividir esse valor pela quantidade média de membros por família seria necessário 19 Agentes de Saúde para aplicar 8 questionário referente aos Programas Sociais (total 152 questionários, e 8 questionários sobre Vulnerabilidade (total 152 questionários), para atingir os 10% da amostra para cada questionário.

No entanto, apenas 13 Agentes aceitaram auxiliar na pesquisa o que restringiu a amostra de cada questionário a ser aplicado para 7%, ou seja, 104 questionários sobre vulnerabilidade e, 104 questionários sobre os programas sociais totalizando 208 aplicados. Vários fatores contribuíram para que a amostra recomendada (10%) não fosse atingida, dentre eles, as atividades desempenhadas pelos agentes nas campanhas de final de ano estabelecidas pelo Ministério da Saúde.

As localidades onde foram aplicados os questionários são: Vereda grande, Catolé, Pedra d'água e Curimatã, Riachão, Sítio Serrinha, Pitombeira II, Vila Mororó, Sítio Ovelhas, Sítio Caboclos, Sítio Barro Branco, Barriguda II, Sítio Guarani, Barriguda I, Sítio Barriguda I, Mororó de Baixo, Capim de Flecha, Lagoa dos Caboclos, Sítio Lagoa do Boi, Torres, Povoado Caboclos e Sítio Caboclos.

Os questionários referentes a alguns Programas Sociais como Bolsa Família, Garantia Safra, Água Para Todos, entre outros, foram elaborados com perguntas objetivas, com o intuito de tentar relacionar o papel dos programas na minimização das condições de pobreza e se houve alguma redução da utilização dos recursos naturais das propriedades onde foram aplicados.

A metodologia e os questionários sobre vulnerabilidade foram adaptados às características locais do semiárido paraibano por Araújo (2002) e Moraes Neto (2003) utilizado por Andrade, K. S. (2008) em sua tese de doutorado. O modelo do questionário utilizado encontra-se no Apêndice II e III. A área de abrangência da pesquisa restringiu-se apenas a zona rural. Nos questionários foram considerados os seguintes fatores e suas variáveis:

- ✓ **Fator Vulnerabilidade Social.** Variáveis: demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas, salubridade rural;
- ✓ **Fator Vulnerabilidade Econômica.** Variáveis: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, verticalização de matéria prima, comercialização, crédito e rendimento;
- ✓ **Fator Vulnerabilidade Tecnológica.** Variáveis: uso de tecnologias nas propriedades, uso das máquinas e equipamentos agrícolas;
- ✓ **Fator Vulnerabilidade a Seca.** Variáveis: recursos hídricos, produção agropecuária, manejo da Caatinga, exploração de espécies nativas, armazenamento dos produtos oriundos da propriedade, redução de rebanho, observação das previsões de chuva, ocupação nas estiagens, educação, administração rural, histórico das secas, sugestões e migração.

### 5.3.3 Instrumento de análise dos dados

Os dados dos questionários aplicados às famílias residentes na zona rural de Barra de Santana foram tabulados no software Microsoft Excel. Todas as variáveis presentes nos questionários possuem um valor atribuído a cada item com um peso específico (códigos de 1 a 2, 1 a 6, 1 a 8, etc), variando de acordo com o número de itens a ela associados e crescente

com a piora da situação, ou seja, o valor maior do código representa a maior vulnerabilidade, o valor menor do código representa a menor vulnerabilidade. Os valores de referência encontram-se no Apêndice IV.

O Valor Significativo Encontrado  $y$  foi determinado somando-se o valor da Moda encontrado em cada item das variáveis. O Valor Mínimo  $x$  e o Valor Máximo  $x'$  foram determinados pela soma do valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator Vulnerabilidade.

Para cada Fator foi calculada uma reta de vulnerabilidade, a partir de uma função de primeiro grau. A equação é representada por:

$$V = ax + b, \quad (\text{eq. 3})$$

Onde:

V = Fator Vulnerabilidade;  
a e b = constantes para cada variável;  
x = valor significativo encontrado.

Os valores encontrados nas retas de vulnerabilidade podem variar de zero (vulnerabilidade nula) até 100 (vulnerabilidade máxima) e foram divididos em quatro classes como descrito na Tabela 10. As classes de vulnerabilidade indicam o grau de debilidade das famílias ou a capacidade de recuperação após a ocorrência de um evento danoso, essas classes foram estabelecidas por Araújo (2002).

Tabela 10: Classes de vulnerabilidade.

<b>Classes de Vulnerabilidade</b>			
<b>Baixa</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muito Alta</b>
0-15	16-30	31-45	>45

**Fonte: Araújo (2002).**

A classe baixa (0–15) possui maior capacidade de recuperação após a ocorrência de um desastre; moderada (16–30) quando comparado com a classe seguinte é mais eficiente na recuperação de um evento danoso; alta (31–45) menor capacidade de recuperação e superação após dos danos ocasionados pela ocorrência de um desastre; e muito alta (> 45) predisposição constante a episódios lesivos que comprometem a economia, a saúde, e são intensificadas, no semiárido pelos episódios quase ininterruptos de secas prolongadas.

Os questionários relacionados aos programas sociais passaram por uma triagem, foram verificados os itens mais citados, separados e organizados em uma tabela para facilitar a interpretação e análise dos dados, e por fim, foram quantificados e avaliados.

### 5.3.4 Aquisição e tratamento das imagens de satélite

As imagens do satélite Landsat 5 (TM) e 8 (OLI) foram adquiridas junto ao INPE<sup>6</sup>, e USGS<sup>7</sup>, órbita 214/65 disponibilizadas gratuitamente. Dentre as imagens disponíveis, foram selecionadas a mais recente e a mais remota entre os meses de setembro (07/09/1987) e novembro (07/11/2015), período de estiagem na região. Após definir quais as imagens para o estudo foi efetuado o download dos arquivos contendo as imagens de satélite em formato TIFF.

### 5.3.5 Correção Geométrica

Por ser uma pequena área localizada na zona 25 do sistema de projeção Universal Transversal de Mercator - UTM, meridiano central 33° Oeste (West), o sistema de coordenadas do projeto no SPRING 5.3 escolhido foi o modelo da Terra Datum SIRGAS 2000. Como área do projeto foi definido o retângulo delimitado pelas longitudes O 36° 13' 57.9" e O 35° 42' 20.7" e pelas latitudes S 7° 49' 9.8" e S 7° 16' 30.1" envolvendo o município de Barra de Santana e seu entorno.

A correção geométrica das imagens do ano de 1987 e 2015, foram feitas utilizando-se 6 pontos de controle e erro admissível de 2 pixels (60m). Como referência cartográfica, foram utilizados alguns arquivos digitais do tipo *shape*(.shp), esse tipo de dado representa feições ou elementos gráficos (pontos, linhas, polígono, entre outros) e estão disponíveis no site da AESA, com projeção Latlong/Sad69 e Escala: 1/100.000.

Esses arquivos *shape* tem como base as Cartas Topográficas da SUDENE, Escala 1:100.000, digitalizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. Para importação foi utilizada a opção *Importar dados vetoriais e matriciais* do menu *Arquivo* do SPRING. No ato da importação dos arquivos, foram criados Planos de Informação (PI) para armazenamento dos arquivos referentes ao limite municipal, estradas e drenagem.

---

<sup>6</sup> Departamento de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dgi.inpe.br/>).

<sup>7</sup> United States Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov/>).



### 5.3.6 Calibração Radiométrica

No software Erdas Imagine 9.3 foi inserido os parâmetros do modelo Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) na ferramenta Model Maker, inicialmente com cálculo da radiância espectral de cada banda ( $L_{\lambda_i}$ ). Essa etapa converte o número digital (ND) de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática que representa a energia solar refletida ou emitida por cada pixel, calculada através da equação abaixo desenvolvida por Markham e Baker (1987):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \text{ND} \quad (\text{Wm}^{-2}\text{ster}^{-1}\mu\text{m}^{-1}) \quad (\text{eq. 4})$$

Onde, Lmin ( $a_i$ ) e Lmax ( $b_i$ ) são as radiâncias espectrais mínimas e máximas; ND é a intensidade do pixel (0 a 255 tons de cinza); e  $i$  corresponde as bandas (1, 2, ...,7) do satélite Landsat 5 - TM. Os coeficientes utilizados para transformação de ND das imagens de satélite em valores de radiância e reflectância estão presentes no Quadro 04.

Quadro 04: Parâmetros utilizados para calibração das imagens de satélite Landsat 5 (TM) e para correção da reflectância planetária das imagens do Landsat 8 (OLI).

Bandas Landsat 5	Comprimento de Onda ( $\mu\text{m}$ )	$(\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{ster}^{-1}\cdot\mu\text{m}^{-1})$		$(\text{W}/\text{m}^2\cdot\mu\text{m})$
		Lmin ( $a_i$ )	Lmax ( $b_i$ )	
1 (azul)	0,45 – 0,52	-1,52	169	1983
2 (verde)	0,53 – 0,61	-2,84	333	1796
3 (Vermelho)	0,62 – 0,69	-1,17	264	1536
4 (IV-próximo)	0,78 – 0,79	-1,51	221	1031
6 (IV-termal)	10,4 – 12,5	1,2378	15,3032	-
7 (IV-médio)	2,10 – 2,35	-0,15	16,5	83,44
<b>Landsat 8</b>	-	Fator multiplicativo <sup>8</sup>	Fator aditivo <sup>9</sup>	
4 (Vermelho)	0,64 – 0,67	0,00002	-0.1	-
5 (IV-próximo)	0,85 – 0,88	0,00002	-0.1	-

Fonte: Chander et al. (2009); USGS (2015).

No Quadro 4, pode-se observar os intervalos do comprimento de onda correspondentes a faixa do visível do espectro eletromagnético, assim como, a parte compreendida pela faixa do infravermelho próximo, termal e médio.

<sup>8</sup> Valores do fator multiplicativo reescalado da reflectância para as banda bandas 4 e 5 ( $M\rho$ ) disponibilizado no arquivo metadata das imagens.

<sup>9</sup> Valores do fator aditivos reescalado da reflectância para as banda bandas 4 e 5 ( $A\rho$ ) disponibilizado no arquivo metadata das imagens.

### 5.3.7 Reflectância Planetária

A reflectância planetária de cada banda ( $\rho_{\lambda_i}$ ) é definida como a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente, sendo computado pelo modelo SEBAL através da seguinte equação:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (\text{eq. 5})$$

Onde,  $L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $k_{\lambda_i}$  é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera,  $\cos Z$  é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (em unidade astronômica – UA), dada por:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(DJ \frac{2\pi}{365}\right) \quad (\text{eq. 6})$$

O DJ representa o Dia Juliano (dia sequencial do ano), por exemplo, uma cena coletada em 23 de junho do ano de 2006, o DJ será igual a 204. O argumento da função cosseno deve estar em radianos, neste caso, após resolver a equação 6 o valor de  $d_r=0.969234456$ . O ângulo zenital solar é determinado pela diferença entre o zênite e a elevação do Sol, dado extraído do cabeçalho da imagem obtida. Esses parâmetros foram utilizados para calibrar as bandas 3 e 4 do satélite Landsat TM 5.

A Calculadora do software Raster Arcgis 10.2 (versão de avaliação) foi utilizado para converter os valores quantizados e calibrados (ND) do sistema sensor LANDSAT 8 OLI para radiância e reflectância espectral, a partir dos coeficientes radiométricos disponibilizados no arquivo de metadados das imagens. O documento LDCM Cal/Val Algorithm Description Document e no Landsat 8 Science User's Handbook<sup>10</sup> contém maiores detalhes. A reflectância planetária no topo da atmosfera ( $\rho\lambda$ ) foi calculada a partir da Equação 7.

$$\rho\lambda' = M\rho Qcal + Ap \quad (\text{eq. 7})$$

Onde,  $\rho\lambda'$  não apresenta correção para o ângulo solar.  $M\rho$  corresponde ao fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem) e  $Ap$  corresponde ao fator aditivo de reescalonamento para cada banda (disponível nos

<sup>10</sup>Using the United States Geological Survey Landsat 8 Product. Disponível em: [http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php). Acesso em: Fevereiro/2015.

metadados da imagem). A Equação 8 foi utilizada para corrigir a reflectância em função do ângulo solar e da distância astronômica Terra-Sol ( $d$ ).

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (\text{eq. 8})$$

Onde,  $\rho\lambda$  corresponde a reflectância planetária no topo da atmosfera corrigida,  $\theta_{SE}$  corresponde ao ângulo de elevação solar (disponível nos metadados da imagem) e  $\theta_{SZ}$  corresponde ao ângulo zenital solar local (calculado a partir de  $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$ ).

### 5.3.8 Índices de Vegetação Ajustada ao Solo (SAVI)

Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (Soil Adjusted Vegetation Index - SAVI) utilizou-se a seguinte expressão:

$$\text{SAVI} = \frac{(1+L)(\rho_4 - \rho_3)}{(L + \rho_4 + \rho_3)} \quad (\text{eq. 9})$$

Onde:  $L$  é uma constante de ajuste e varia de 0,1 a 1. O valor utilizado para esse estudo foi 0,5, de acordo com Huete (1988) esse valor é usado para densidades médias de vegetação. Trata-se de um índice que busca amenizar os efeitos do “background” do solo.

As imagens com os índices de vegetação foram importadas para o SPRING 5.3 e armazenadas nos planos de informações numéricas para facilitar a definição das classes de vegetação através dos valores dispostos nas imagens e, posteriormente, foi feito o fatiamento que consiste em separar os valores determinados para cada categoria definida com base nos valores do índice de vegetação que varia de -1 a +1.

Foram feitas visitas em campo para o reconhecimento do porte arbóreo de algumas espécies da Caatinga através da medição da altura para definição das classes, e a utilização do software *Google Earth* online free para auxiliar na definição da subclasse. A partir dos intervalos dos valores físicos do SAVI estabelecidas de acordo com os dados de campo e a interpretação visual foi feita a classificação supervisionada das classes de vegetação, solo exposto e corpos d’água.

As classes e subclasses foram estabelecidas de acordo com a definição de Chaves et al. (2008) que desenvolveu uma método simples para descrever e avaliar a vegetação da Caatinga. As classes utilizadas neste estudo encontram-se no Quadro 5.

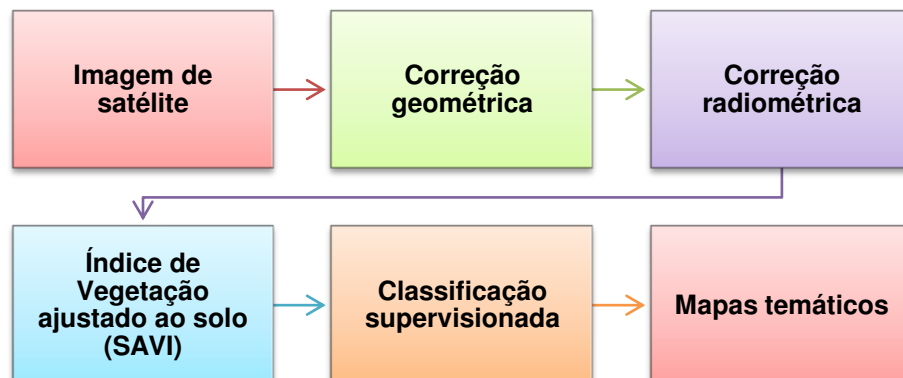
Quadro 05: Classe e subclasse utilizados para classificar as imagens de 1987 e 2015.

Classe	Altura	Subclasse	Densidade
Arbórea	> 4,5	Densa	60 a 80%
Subarbórea	3,0 a 4,5	Aberta	40 a 60%
Arbustiva	1,5 a 3,0	Rala	20 a 40%
Subarbustiva	< 1,5	Muito rala	< 20%

Fonte: Adaptado de Chaves et al. (2008).

Foi utilizado o mapeamento das áreas classificadas seguidas de edição matricial para definição e identificação de nuvens, sombras e espelhos d'água. Para o cálculo da extensão das áreas ocupadas por cada classe utilizou-se a ferramenta *Medidas de Classe* no menu *Temático* na barra de ferramentas do SPRING 5.3. A Figura 25 sintetiza todos os passos realizados para elaboração dos mapas com os Índices de Vegetação.

Figura 25: Rotina para elaboração dos mapas com Índice de Vegetação Ajustado ao Solo.



Fonte: Gama (2016).

Posteriormente as etapas de processamento das imagens, foram feitas visitas ao local de estudo utilizando equipamento GPS para verificar se a interpretação das imagens entre os anos 1987 e 2015 estavam de acordo com o que foi encontrado em campo, eliminando assim possíveis erros e promovendo um prognóstico mais fidedigno da realidade encontrada no cenário atual do município de Barra de Santana-PB.

### 5.3.9 Mapa de susceptibilidade natural a degradação

Um dos fatores utilizados foi o a erodibilidade dos solos e inseridos no arquivo shapefile com as classes de solos do município de Barra de Santana baseados no Boletim Exploratório dos solos da Paraíba (1972) e atualizados pela Embrapa Solos (2006). Os valores de erodibilidade de cada tipo de solo foram calculados por Francisco (2013) com base na equação desenvolvida por Denardin<sup>11</sup> (1990).

A equação foi ajustada para utilizar apenas os primeiros parâmetros (textura  $X_{25}$  e permeabilidade  $X_{29}$ ) das análises de solo dispostas no Boletim supracitado, a equação é a seguinte:  $K = 0,00000797 (X_{25}) + 0,0029283 (X_{29})$ . Foi feito uma adaptação a partir da similaridade entre os valores de erodibilidade encontrados para cada classe de solo e os pesos foram atribuídos estão dispostos na Tabela 11.

Tabela 11: Classes vulnerabilidade a erosão relativos à erodibilidade dos solos.

Erodibilidade (Mg mm MJ <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> ) <sup>12</sup>	Classes de Vulnerabilidade	Pesos
<0,01	Muito Baixa	1
0,01-0,02	Baixa	3
0,02-0,03	Média	5
0,03-0,04	Alta	7
>0,04	Muito Alta	9

Fonte: Adaptado de Francisco (2013).

A declividade do terreno do município de Barra de Santana-PB foi obtida através da aplicação de técnicas de geoprocessamento na imagem SRTM<sup>13</sup>. A imagem foi importada para um plano de informação numérico no software SPRING 5.2.

No menu MNT escolheu-se a opção Declividade e posteriormente foram definidas as classes em porcentagem e feito o fatiamento dessas classes de acordo com o descrito na Tabela 12. Como resultado final foi elaborado um mapa temático e atribuído pesos para cada

<sup>11</sup> O modelo proposto para estimar a erodibilidade dos solos por Denardin (1990) é a seguinte:  $K=0,00000748 (X_{25}) + 0,00448059 (X_{29}) - 0,06311750 (X_{27}) + 0,01039567 (X_{32})$ . Onde K, é o valor a ser estimado para o fator erodibilidade do solo, expresso em Mg hMJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>;  $X_{25}$ , é a variável granulométrica “M”, calculada a partir da determinação pelo método da pipeta;  $X_{29}$ , é a permeabilidade do perfil de solo;  $X_{27}$ , é o diâmetro médio ponderado das partículas menores do que 2 mm, expresso em mm;  $X_{32}$ , é a relação entre o teor de matéria orgânica e o teor da nova areia” determinada pelo método da pipeta (FRANCISCO, 2013, p. 44).

<sup>12</sup> Megagrama (Mg) equivale a 10<sup>3</sup> Quilogramas ou uma Tonelada (t); Milímetro (mm) equivale a milésima parte de um metro; MJ = Megajoule equivale a um milhão de joules; Hectare (ha) corresponde a 10.000 m<sup>2</sup>.

<sup>13</sup> Imagem SRTM disponível gratuitamente no site da Embrapa Monitoramento por Satélite <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/index.htm>.

classe de acordo com os valores estabelecidos por Francisco (2013) conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12: Classes e pesos de vulnerabilidade a erosão relativos à declividade do terreno.

Classes de Declividade	Declividade (%)	Classes de Vulnerabilidade	Pesos
Plano	0-3	Muito Baixa	1
Suave Ondulado	3-6	Baixa	3
Moderadamente Ondulado	6-12	Média	5
Ondulado	12-20	Alta	7
Forte Ondulado/Montanhoso	>20	Muito Alta	9

Fonte: Adaptado de Francisco (2013).

Para gerar o mapa de cobertura do solo foram utilizadas as imagem classificada do SAVI para o ano de 1987 e 2015, as classes de vulnerabilidade foram estabelecidas de forma qualitativa levando em consideração o papel que a vegetação e seu porte arbóreo têm para minimizar os impactos das gotas da chuva e os diversos tipos de usos (agricultura, pastagem) que podem acentuar ainda mais os processos erosivos nas áreas com pouco ou sem nenhuma vegetação nativa, os pesos atribuídos para cada classe encontram-se no Quadro 06.

Quadro 06: Classes e pesos da vulnerabilidade relativos a vegetação.

Classes	Classes de vulnerabilidade	Pesos
Caatinga Arbórea Densa	Muito Baixa	1
Caatinga Subarbórea Densa	Baixa	3
Caatinga Arbustiva Aberta	Média	5
Caatinga Subarbórea Rala	Alta	7
Caatinga Subarbórea Muito Rala	Muito Alta	9
Solo Exposto	Muito Alta	9

Fonte: Adaptado de Francisco (2013).

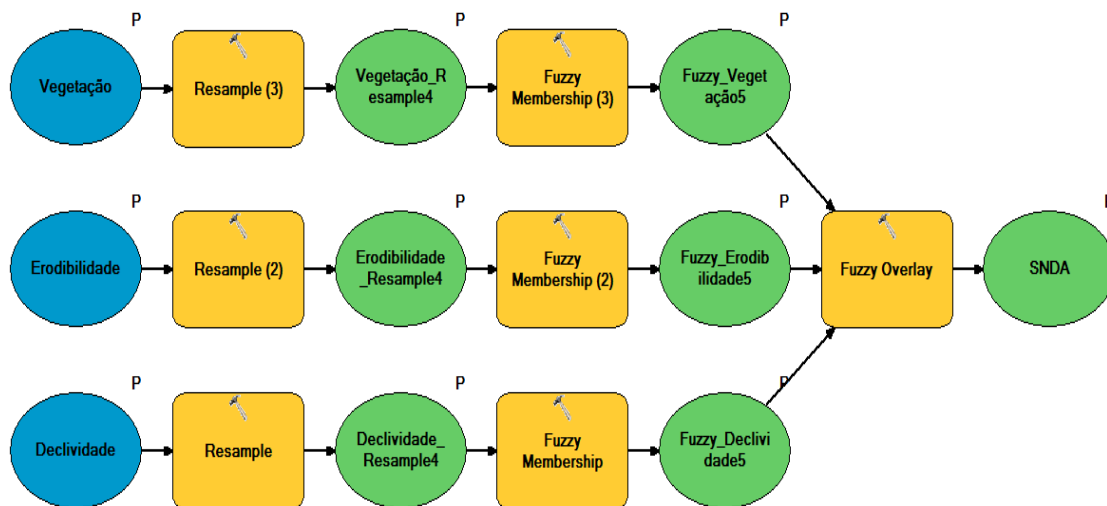
O mapa de susceptibilidade natural a degradação foi gerado em ambiente Arcgis 10.2 (versão para teste), utilizou-se a ferramentas *Reclassify* disponíveis no *ArcToolbox* para inserir os pesos em cada variável (declividade, erodibilidade e vegetação).

A rotina foi estabelecida com base no modelo utilizado por Rufino e Mulligan (2013) com a utilização da ferramenta *ModelBuilder*. Estabelecida a rotina do modelo foram inseridas as imagens para determinar o tamanho da resolução espacial de 30 m x 30m através da ferramenta *Resample*), em seguida foi utilizada a ferramenta *Fuzzy Membership* para inserir a função *Membership type linear*, onde o menor peso foi inserido no campo valor mínimo (peso menor = 1) e o maior peso no campo valor máximo (peso maior = 9).

Por fim, foi efetuada a sobreposição dos mapas de declividade, vegetação e erodibilidade com a ferramenta *Fuzzy Overlay* utilizando o operador *AND* por apresentar

melhor resultado para o modelo. A Figura 26 apresenta o modelo elaborado no ArcGis 10.2 e posteriormente executado para obtenção dos mapas de SNDA entre os anos de 1987 e 2015.

Figura 26: Modelo para elaboração do mapa de susceptibilidade natural da degradação ambiental.



Fonte: Elaborado com base em Rufino e Mulligan (2013).

A vegetação assume papel preponderante em relação as outras variáveis. Quanto menor o porte e a densidade da vegetação, a área terá mais chance de estar susceptível a intensificação dos processos modeladores do relevo principalmente nas áreas mais acidentadas e com o potencial de erodibilidade alto. Como resultado final foi gerado o mapa de susceptibilidade natural à degradação ambiental.

Para Ferreira et al. (2015, p.78) “no processo classificatório fuzzy a afinidade de um valor a uma classe específica é estimada por meio de uma função de afinidade  $f_A(x)$  que associa um número real entre 0,0 e 1,0 a cada pixel  $x$  do mapa e indica a possibilidade de este  $x$  pertencer a classe  $A$ ”. Os autores enfatizam que na lógica fuzzy “os limites espaciais entre duas ou mais classes de um mapa são apresentados por zonas transicionais. Os valores de uma variável são distribuídos continuamente no mapa e representados por uma legenda com valores reais que variam entre 0,0 e 1,0” (p.78).

Conforme Katinsky (1994) citado por Paula e Souza (2007, p.2) a lógica Fuzzy pode ser definida como “a parte da lógica matemática dedicada aos princípios formais do raciocínio incerto ou aproximado, portanto mais próxima do pensamento humano e da linguagem natural”.

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 A Vulnerabilidade das famílias residentes na zona rural

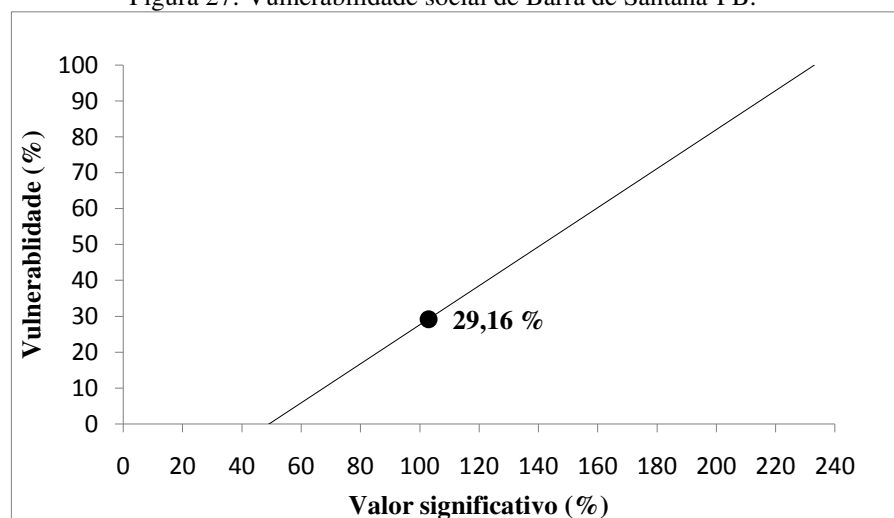
A vulnerabilidade, segundo Chambers (2006) pressupõe a condição de desamparo, insegurança e exposição a múltiplos riscos, choques e stress. Destarte, é necessário entender como a relação entre degradação ambiental, a condição de pobreza e o desamparo social influenciam diretamente no grau de vulnerabilidade das comunidades rurais.

A aplicação de questionários semiestruturados aos agricultores residentes na zona rural do município de Barra de Santana-PB permitiu a obtenção de dados prévios sobre as condições de fragilidade a nível local, tanto aos efeitos das secas como a falta de condições basilares (geração de emprego e renda, segurança alimentar, educação e saúde de qualidade).

#### 6.1.1 Vulnerabilidade Social

A Figura 27 apresenta o valor encontrado para vulnerabilidade social do município (29,16%) indicando uma vulnerabilidade moderada (16-30%) muito próxima da vulnerabilidade alta (31-45%). Essa proximidade pode ser explicada por alguns fatores como faixa etária, grau de escolaridade, moradia, fonte de energia utilizada para preparação de alimentos, água consumida, saneamento básico, forma de eliminação dos resíduos sólidos entre outros.

Figura 27: Vulnerabilidade social de Barra de Santana-PB.

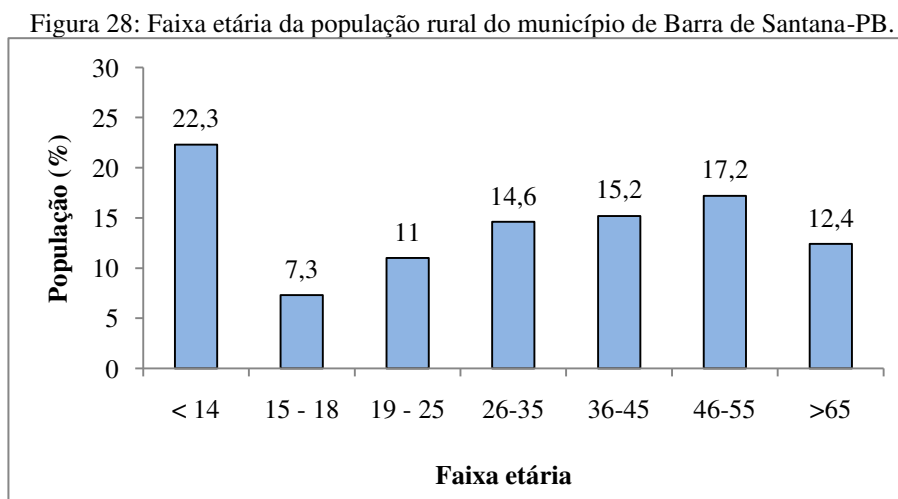


Fonte: Pesquisa de campo (2016).



Na Figura 28 pode-se observar que a porcentagem de pessoas com idade inferior a 14 anos é superior as outras faixas, indicando o aumento de uma população mais jovem. Este fato pode estar ligado a diminuição da taxa de mortalidade infantil até 5 anos de idade (por mil nascidos vivos) que passou de 105,2 em 1991 para 30,2 em 2010 contrapondo a redução na taxa de fecundidade que passou de 4,9 para 1,8 filhos por mulher, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano (2010), outro fator a ser considerado é a esperança de vida ao nascer (em anos) que passou de 57,2 em 1991 para 69,8 anos em 2010.

Os períodos de estiagem ajudam a impulsionar o fluxo migratório das pessoas com idade acima vinte anos que se deslocam do campo para cidade em busca de novas oportunidades, e para outros estados para trabalhar, por exemplo, nas lavouras de cana-de-açúcar, laranja, café, entre outros.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

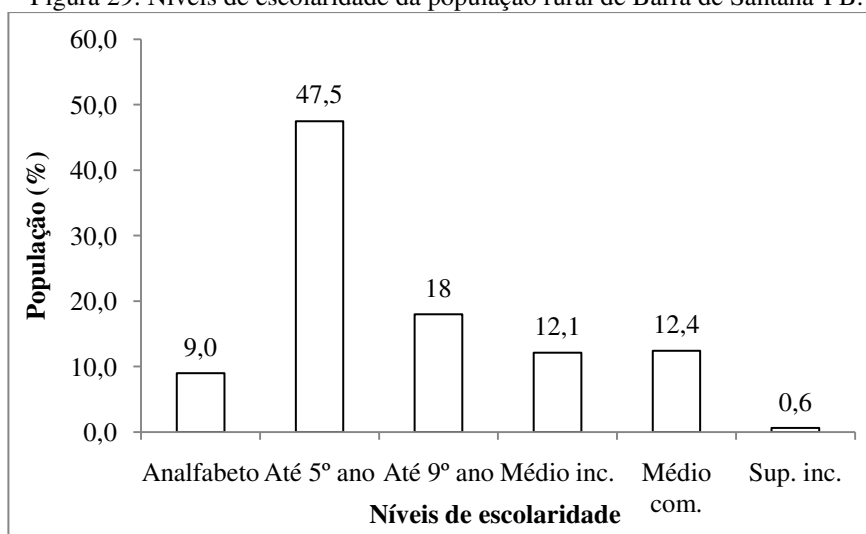
A Figura 29, indica que a porcentagem de pessoas que estudam/estudaram até o 5º ano coincide com a porcentagem da faixa etária das pessoas com idade abaixo de 14 anos, ou seja, crianças e adolescentes matriculados no ensino regular com a idade adequada para frequentar as séries do ensino básico e fundamental.

As outras taxas, que correspondem a pessoas analfabetas, pessoas que estudaram até o 9º, Ensino Médio completo/incompleto, Ensino Superior completo/incompleto, indicam que o perfil educacional e cultural dos produtores rurais do município é deficiente.

O baixo nível de escolaridade é um dos fatores que impacta diretamente na possibilidade do agricultor nos períodos de estiagem ser empregado em outras atividades por falta de qualificação e instrução. Outro ponto que deve ser destacado é a relação entre o baixo grau de instrução e o manejo agrícola da propriedade que se mantem de forma rústica e tradicional.

Outro fator importante é a questão cultural, conhecimentos e práticas cotidianas e laborais passadas de pai para filho como, por exemplo, o desbaste e a queima para limpar a propriedade para que seja feito o plantio com a chegada das primeiras chuvas, deixando o solo desprotegido e altamente vulnerável a erosão pelo escoamento superficial provocado pelas chuvas intensas características da localidade. A Figura 29 apresenta os níveis de escolaridade da população residente na zona rural de Barra de Santana.

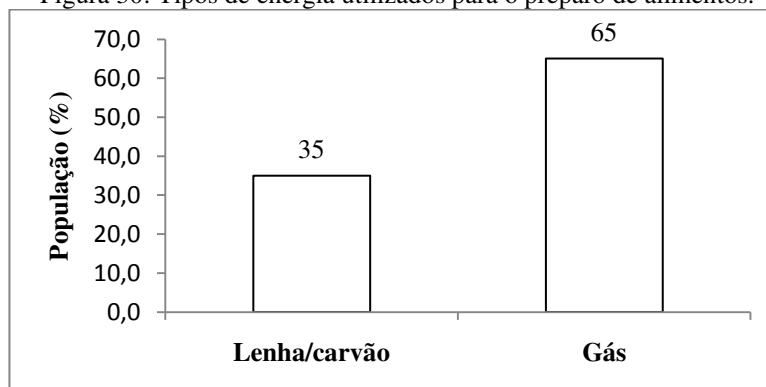
Figura 29: Níveis de escolaridade da população rural de Barra de Santana-PB.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A Figura 30, representa consumo energético nas residências, apenas 35% utilizam lenha e carvão, os outros 65% utilizam o gás liquefeito-GLP o que indica uma amenização na utilização dos recursos florestais da caatinga existentes na propriedade ou nas áreas circunvizinhas, isto pode estar relacionado aos efeitos dos programas sociais que direta ou indiretamente estão possibilitando a troca da lenha/carvão pelo “gás de cozinha”.

Figura 30: Tipos de energia utilizados para o preparo de alimentos.

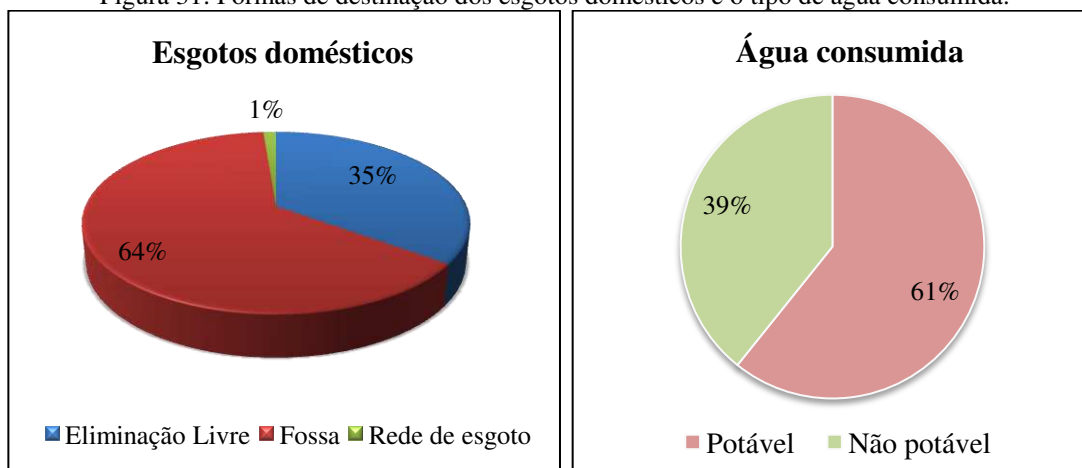


Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Outros aspectos sociais relevantes são os tipos de moradias e o saneamento básico dos agricultores que residem na zona rural. Apenas 4% residem em casa de taipa, em mal estado e 3% em bom estado, 24% residem em casa de alvenaria em mau estado e 69% em alvenaria em bom estado, apesar da maioria das residências estarem em bom, estado uma pequena porcentagem oferece risco aos residentes, e aponta para um alto grau de vulnerabilidade dessas famílias.

O saneamento básico é outro fator importante para indicar as condições de pobreza e falta de assistência do poder público a determinadas comunidades. Na zona rural de Barra de Santana-PB 61% das famílias consomem água potável (água tratada e distribuída pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba-CAGEPA) estando menos vulneráveis a doenças de veiculação hídrica. No entanto, 39% das famílias consomem água não potável (provenientes de barreiros, cacimbas ou tanques) acentuando ainda mais as condições da vulnerabilidade social, como pode ser verificado na Figura 31.

Figura 31: Formas de destinação dos esgotos domésticos e o tipo de água consumida.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Apenas 1% das famílias afirmou ter rede de esgoto, 64% canalizam os efluentes da residência (chuveiro, tanque, pia de cozinha e banheiro) através de canos PVC para fora da residência lançados diretamente no solo. O esgoto proveniente dos vasos sanitários é canalizado para fossas, 35% fazem a eliminação dos efluentes livremente podendo ocasionar a contaminação do solo e atrair vetores responsáveis por transmitir doenças.

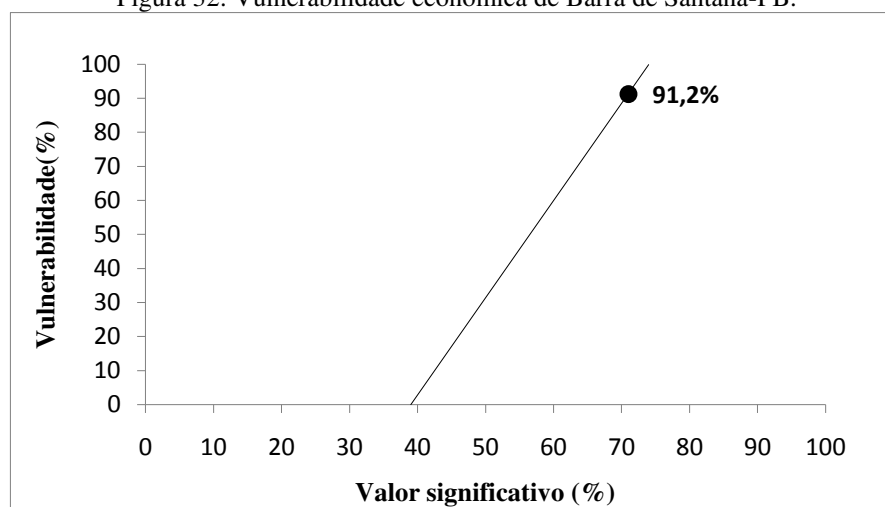
A respeito da disposição dos resíduos sólidos das residências, 6% das famílias depositam no meio ambiente e 70% afirmam que os enterram ou queima. Essas práticas não são as mais indicadas por contaminarem o solo e/ou liberar substâncias tóxicas na atmosfera

ao serem queimados, apenas 24% das famílias possuem coleta dos resíduos feita por caminhões de lixo da Prefeitura, portanto, o sistema de coleta não atende em sua totalidade a zona rural onde concentra boa parte da população.

### 6.1.2 Vulnerabilidade Econômica

As principais atividades econômicas desenvolvidas na zona rural do município de Barra de Santana-PB são basicamente agricultura e pecuária voltadas para a subsistência. A Figura 32 encontra-se o valor da vulnerabilidade econômica da zona rural do referido município, nota-se que é muito alta (>45), isto se deve a alguns fatores como: produção verticalizada que praticamente não existe, não é feita a venda da produção agrícola, nem dos pequenos rebanhos por não ter uma fonte principal de crédito, e a renda média das propriedades não passar de dez salários mínimos ao ano.

Figura 32: Vulnerabilidade econômica de Barra de Santana-PB.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

É importante ter conhecimento que as pessoas participantes da pesquisa, evitam divulgar os valores reais que a família obtém, seja da agricultura, da pecuária ou dos programas sociais, por medo de perder os benefícios ou por desinformação e desconfiança. Esse valor da vulnerabilidade econômica pode ter sido superestimada, portanto, são necessárias outras pesquisas para comparar e verificar o real valor da vulnerabilidade econômica das comunidades da zona rural do município.

Alguns tipos de cultura agrícola são desenvolvidos nas propriedades em Barra de Santana, a exemplo do plantio de leguminosas como o feijão e fava, cereal exemplo do milho,

capim e cactácea como a palma forrageira (*opuntia ficus-indica*) base da alimentação para os animais principalmente em períodos de estiagem. Essas atividades agrícolas são desenvolvidas em pequenas glebas de terra (pequenos minifúndios), 43,2% dos agricultores destinar um hectare de suas terras para cultivar milho, feijão (41,3%) e em pequena proporção fava (6,7%), Esses produtos agrícolas geralmente servem como base de alimentação da família em períodos que a safra não é comprometida pela escassez das chuvas, como pode ser observado no Quadro 07.

Quadro 07: Tipos de culturas desenvolvidas pelos agricultores de Barra de Santana.

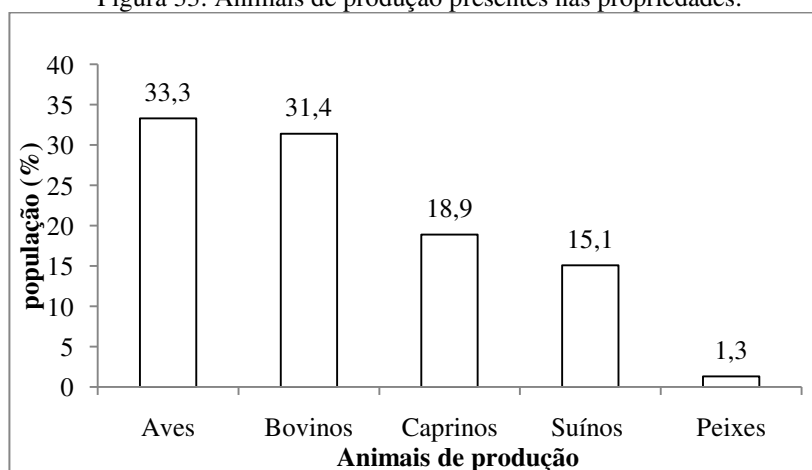
Área utilizada (ha)	Culturas agrícolas				
	Milho (%)	Feijão (%)	Capim (%)	Fava (%)	Palma (%)
< 1 ha	21,1	17,3	0,9	2,8	1,9
1 ha	43,2	41,3	0	6,7	3,8
1,5 ha	0	0,9	0	0	0
2 ha	5,7	6,7	0	2,8	0,9
> 3	3,8	1,9	7,6	0	2,8

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Os animais mais utilizados para auxiliar nas atividades agrícolas das propriedades rurais das famílias entrevistadas são jumentos (59,6%), seguidos de bois e cavalos (33,3%) e muare (7,0%). Os animais de produção são bem diversificados, a criação de aves se destaca ao estar presente em 70% das propriedades.

Na Figura 33, estão presentes os animais destinados a produção. A diversidade de espécies criadas nas propriedades torna-se uma garantia para o homem do campo, ao complementar a renda da propriedade e servir como alimentação para a família, flexibilizando o enfrentamento das dificuldades nos períodos de seca.

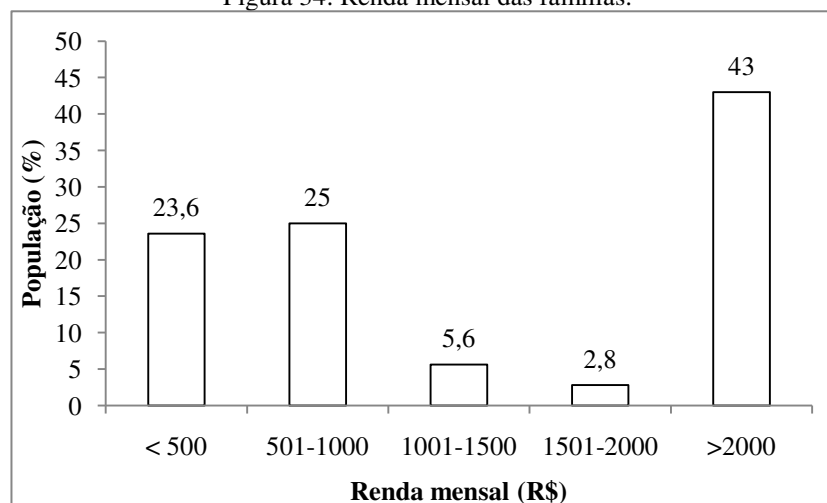
Figura 33: Animais de produção presentes nas propriedades.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

As famílias que declararam ter renda acima R\$ 2.000,00 (43%) são menos vulneráveis economicamente como pode ser observado na Figura 34, geralmente são pessoas que não dependem exclusivamente dos lucros da propriedade rural, desempenham outras funções como, por exemplo, são lotados em cargos administrativos na sede do município e/ou alugam transportes para a prefeitura do município, entre outras atividades. Entretanto as famílias que declararam ter renda inferior a um salário mínimo são as mais vulneráveis economicamente, o que acaba refletindo também na vulnerabilidade social.

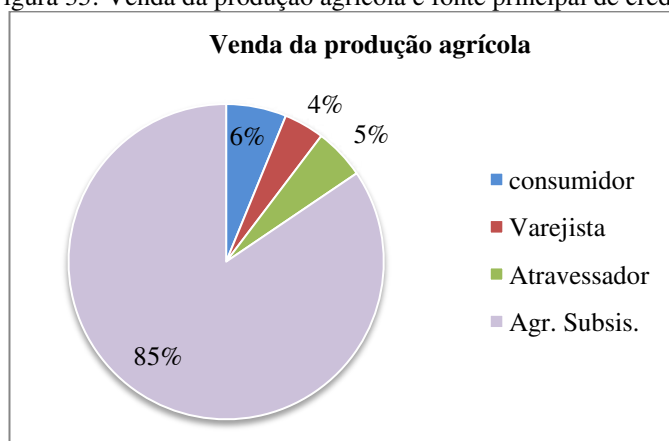
Figura 34: Renda mensal das famílias.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Outro dado que corrobora com o aumento da vulnerabilidade econômica das famílias é a variável venda da produção agrícola presente na Figura 35, uma vez que 85% afirmaram não vender a produção obtida na propriedade, ou seja, utilizam para consumo próprio, 6% vendem direto para o consumidor, 4% vendem aos varejistas e 5% vendem ao atravessador.

Figura 35: Venda da produção agrícola e fonte principal de crédito.



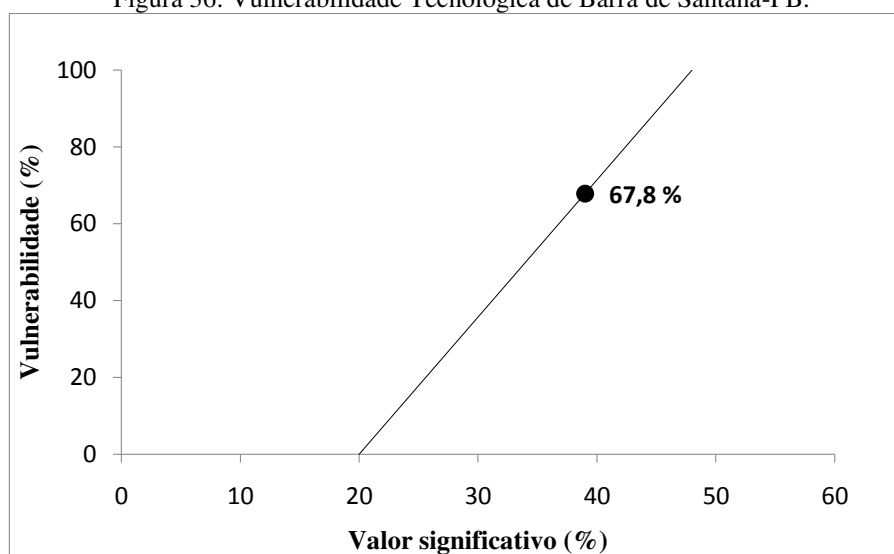
Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Com relação a principal fonte de crédito, 1% dos participantes da pesquisa recorre a cooperativas, 6% procuram as agências bancárias oficiais, 7% conseguem empréstimo através de agiotas, e, 86% não utilizam nenhuma forma de obtenção de o que impossibilita investir na propriedade acentuando ainda mais a condição financeira das famílias, se tornando mais agravante nos períodos de seca severa em que a perda da agricultura/pecuária é praticamente total.

### 6.1.3 Vulnerabilidade Tecnológica

O valor da vulnerabilidade tecnológica encontra-se muito alta (>45) como pode ser observado na Figura 36. Esse dado reflete diversos fatores que ao longo das aplicações do questionário, se apresentaram de forma desfavorável, o que repercutiu para a elevação da taxa apresentada.

Figura 36: Vulnerabilidade Tecnológica de Barra de Santana-PB.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

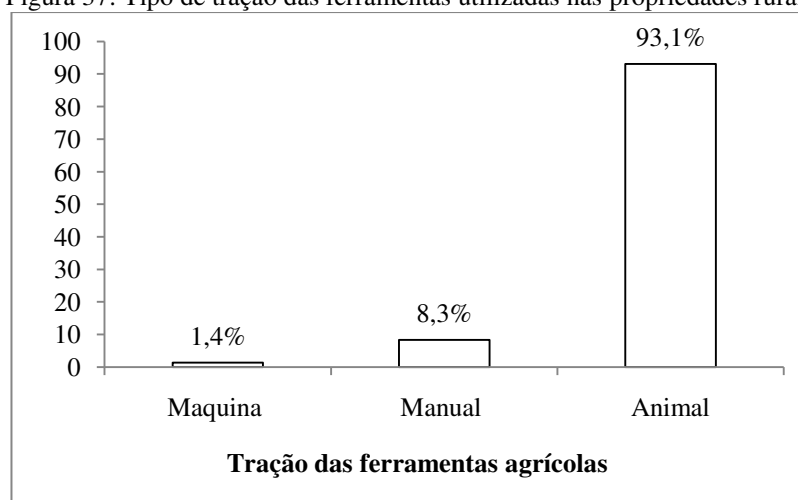
O manejo e conservação do solo são atributos importantes para que se possa garantir a utilização dos recursos naturais sem comprometê-los, mas para que isto ocorra, é necessário conhecimento técnico e recurso financeiro para investir em tecnologias adaptadas as condições regionais, que possam garantir uma produção com eficiência sem degradar os solos.

A partir da análise dos questionados aplicados em alguns povoados da zona rural de Barra de Santana sobre vulnerabilidade tecnológica constatou-se que, 72,4% dos agricultores rurais não fazem uso de adubação, 14,5% faz regularmente e 11,8% faz adubação utilizando o

esterco de gado bovino, caprinos, entre outros. Sem fazer reposição de nutrientes o solo tende a ficar cada vez menos produtivo fazendo com que produção seja reduzida cada vez mais.

Os tipos de tração das ferramentas utilizadas nas propriedades podem ser observados na Figura 37, nota-se que os agricultores praticamente não utilizam maquina (1,4%) para executar as atividades no campo. Desse modo, o plantio, aração e a colheita são realizados em sua maioria com ajuda de animais (93,1%) ou são feitas manualmente.

Figura 37: Tipo de tração das ferramentas utilizadas nas propriedades rurais.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A utilização de maquinas tende a dinamizar a produção e todo o processo operacional a ser realizado, mas como toda tecnologia tem suas limitações, a compactação do solo é um efeito colateral podendo causar impactos negativos. Embora sejam formas rudimentares de se trabalhar no campo a utilização da tração animal e manual em alguns casos tendem a impactar menos, tendo em vista que a ampliação da produção e a competitividade ficam comprometidas.

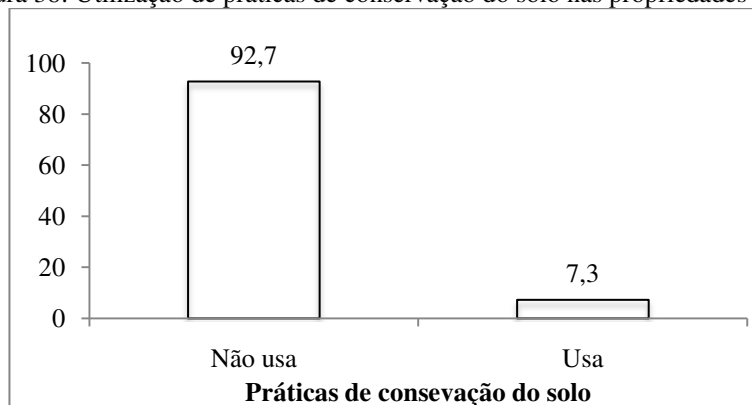
As práticas de conservação do solo desempenham um papel importante para sustentabilidade dos sistemas de produção ao minimizar os impactos provocados pelos processos erosivos, responsáveis pela remoção dos nutrientes que estão arranjados na superfície do solo principalmente quando a cobertura vegetal não se faz presente.

Verifica-se que 92,7% dos agricultores rurais não utilizam práticas de conservação do solo (manutenção da cobertura do solo e construção de terraços), isto pode comprometer, em curto prazo, a fertilidade desse recurso natural, por facilitar a ação dos processos erosivos (enxurrada, contato direto com as gotas das chuvas)



A Figura 38 apresenta a porcentagem das propriedades que utilizam ou não práticas de conservação do solo na zona rural de Barra de Santana.

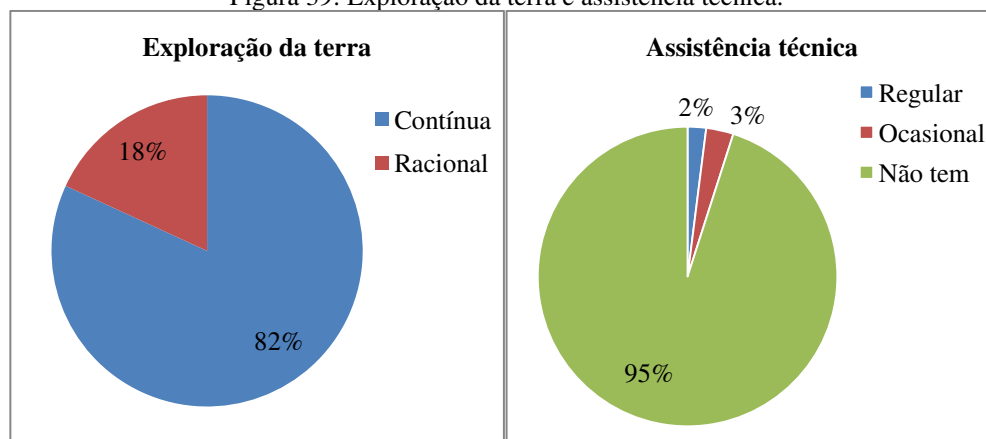
Figura 38: Utilização de práticas de conservação do solo nas propriedades rurais.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A falta de práticas de conservação do solo associada a sua exploração contínua como ocorre em mais de 80% das propriedades na zona rural de Barra de Santana tendem a contribuir para que as terras fiquem comprometidas, a situação torna-se um problema ainda maior quando os solos são rasos, ácidos e com pouca presença de nutrientes. A Figura 39 mostra que apenas 18% utilizam a terra de forma racional, sem comprometer a sua capacidade de regeneração.

Figura 39: Exploração da terra e assistência técnica.



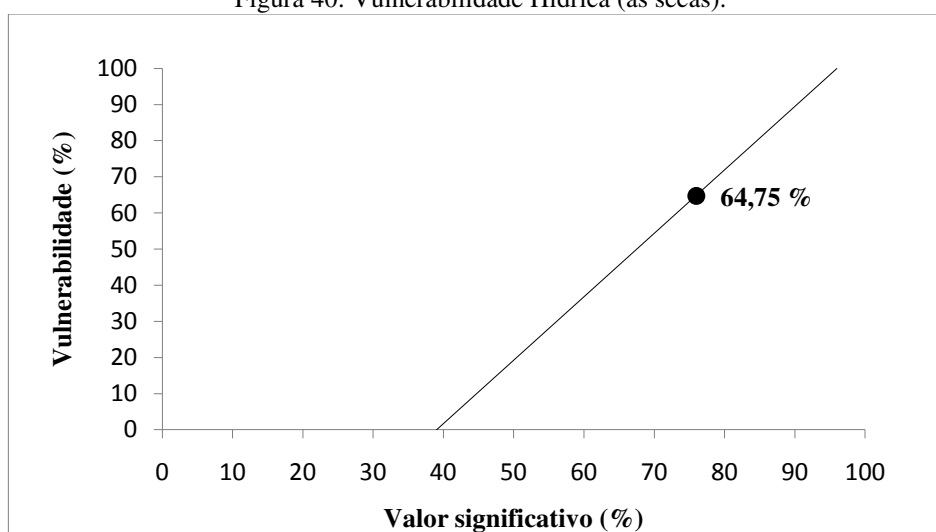
Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Nota-se que, 95% das propriedades não possuem assistência técnica, essa condição contribui para que a vulnerabilidade tecnológica dos agricultores rurais seja muito alta, é uma situação preocupante, principalmente por se tratar de uma área susceptível ao processo de desertificação.

### 6.1.4 Vulnerabilidade Hídrica

O grau de vulnerabilidade hídrica (às secas) apresenta-se muito alta (>45) como pode ser observado na Figura 40. Esse recurso é tão importante para a manutenção da qualidade de vida das comunidades rurais que convivem com o Semiárido que, a escassez, a falta de acesso ou a má qualidade desse recurso influencia diretamente nos outros graus de vulnerabilidade.

Figura 40: Vulnerabilidade Hídrica (às secas).



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Uma das formas mais apropriadas para garantir o abastecimento das famílias e dos animais que são criados nas propriedades no período de escassez hídrica é a captação de água da chuva e o seu armazenamento.

No Quadro 08, encontram-se as porcentagens dos tipos de armazenamento de água utilizados pelos residentes na zona rural do município. A maior parte dos entrevistados (86,5%) afirmou utilizar a cisterna para armazenar a água coletada na estação chuvosa ou serem abastecido por carros pipa, apenas 6,7% utilizam barreiros.

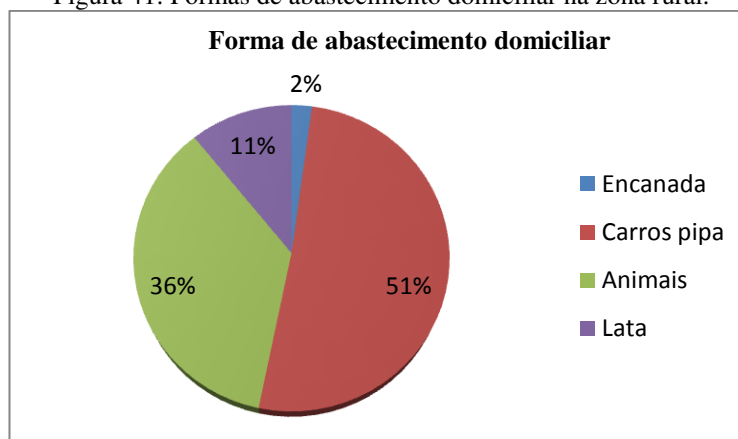
Quadro 7: Tipos de armazenamento de água.

Armazenamento de água	%
Açudes (2 anos sem secar)	1,9
Açudes (mais de 2 anos sem secar)	1,9
Barreiros	6,7
Cisterna	86,5
Caixa d'água	1,9
Não faz	0,9

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

As principais formas de abastecimento domiciliar das residências na zona rural são os carros pipa (51%), em seguida o uso de animais (36%) e a utilização da lata (11%), apenas 2% possuem água encanada como pode ser verificado na Figura 41. Cabe destacar o papel das mulheres no abastecimento das residências, são elas que percorrem distâncias longas com a “lata d’água” na cabeça quando a água que foi armazenada anteriormente chega ao fim.

Figura 41: Formas de abastecimento domiciliar na zona rural.



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A estocagem da água garante, temporariamente, a segurança hídrica durante os períodos de estiagem, haja vista que o déficit hídrico é altíssimo e a cultura da solução hidráulica se faz fortemente presente no discurso dos agricultores.

Todavia, aos poucos esse paradigma começa a ser rompido a partir da criação de políticas públicas voltadas para o amparo das famílias mais vulneráveis. Neste sentido, programas como Um Milhão de Cisternas e sua ampliação junto com o programa Água para Todos tem exercido papel preponderante para garantir a convivência das comunidades rurais com o Semiárido.

### 6.1.5 Comparação entre os níveis de Vulnerabilidade

Após a obtenção dos dados referentes ao grau de vulnerabilidade das comunidades residentes na zona rural de Barra de Santana-PB, é de suma importância fazer uma comparação com os valores encontrados em outros estudos realizados na zona rural de alguns municípios do Cariri paraibano, assim como, a relação com os processos de degradação/desertificação. Independente de pertencerem a uma mesma região os municípios apresentam desenvolvimento econômico bem distintos.

Os valores de vulnerabilidade encontrados para a zona rural do município de Barra de Santana não diferenciam muito dos valores obtidos por Menino et al. (2005), Patrício (2013), Andrade, K. S. (2008) e Moura (2002). No Quadro 09, estão presentes os valores referentes aos níveis de Vulnerabilidade social, econômica, tecnológica e hídrica, para os municípios de Boqueirão, Cabaceiras, Coxixola, Serra Branca e Sumé.

Quadro 8: Vulnerabilidade na zona rural de municípios do Cariri paraibano.

Municípios do Cariri Paraibano	Vulnerabilidades			
	Social (%)	Econômica (%)	Tecnológica (%)	Hídrica (%)
Boqueirão <sup>1</sup>	34	86	81	80
Cabaceiras <sup>2</sup>	29,2	76,8	57,8	48,1
Barra de Santana	29,1	91,2	67,8	64,7
Coxixola <sup>3</sup>	39	72	68	72
Serra Branca <sup>3</sup>	42	78	77	78
Sumé <sup>4</sup>	47,3	85,8	77,5	76,8

Fontes: Menino et al. (2005)<sup>1</sup>; Patrício (2013)<sup>2</sup>; Andrade, K. S. (2008)<sup>3</sup>; Moura (2002)<sup>4</sup>.

Em todos os estudos constatou-se que os níveis de vulnerabilidade social, econômica, tecnológica e hídrica são muito altos (> 45%), com exceção de Cabaceiras e Barra de Santana que apresentam vulnerabilidade social na faixa de transição entre moderado (< 30%) e alta (> 31-45%).

A vulnerabilidade às secas apresenta-se muito alta (> 45%) em todos os estudos, a falta de políticas públicas voltadas para garantir segurança hídrica e alimentar das famílias residentes na zona rural dos municípios do semiárido paraibano de forma efetiva torna-se um agravante principalmente em períodos de seca prolongados. A escassez hídrica acaba afetando as outras vulnerabilidades, principalmente a econômica, a exemplo das atividades agropecuárias dependente exclusivamente da disponibilidade hídrica.

A ausência de implementos, acompanhamento técnico, e a utilização das pequenas propriedades de forma contínua tende a esgotar os recursos naturais rapidamente, agravando ainda mais a situação das pessoas que residem no semiárido paraibano, principalmente quando o perigo da desertificação é uma realidade que se faz presente no Cariri paraibano.

O grau muito alto de vulnerabilidade configura-se numa situação crítica e indesejável, que se agrava com a ocorrência de desastres condicionados pela fragilidade social, econômica, ambiental e política, em que se encontram as comunidades rurais.

### 6.1.6 A importância dos Programas Sociais para população rural de Barra de Santana

Para tentar compreender o papel dos programas sociais na vida das pessoas que residem na zona rural do município de Barra de Santana, foi aplicado um questionário objetivo composto por nove perguntas, seis fechadas e três abertas, esse documento pode ser acessado na íntegra através do Apêndice III.

A primeira questão aborda o Bolsa Família (BF) que é programa do governo federal e tem como objetivo principal o combate e a desigualdade no país. Trata-se de uma transferência de renda destinada a pessoas que estão em condições de extrema pobreza. Dos participantes da pesquisa que estão cadastrados no BF (73,1%), 77% utilizam o benefício apenas para comprar alimentos, 23% confirmou que através do repasse foi possível a aquisição de alguns bens como geladeira, óculos, material escolar para os filhos, entre outros.

Como sugestão para que esse programa seja melhorado 87,9% respondeu que o valor deveria ser aumentado, assim como, uma deveria ocorrer uma maior fiscalização para que o repasse chegue a quem precisa realmente. O Quadro 10 sintetiza os resultados da primeira questão que trata da importância do BF para as famílias residentes na zona rural de Barra de Santana.

Quadro 10: Participação dos agricultores no Programa Bolsa Família.

Questionário sobre Políticas Públicas		
<b>1<sup>a</sup>) – Participa do Programa Bolsa Família?</b>	Sim (73,1%)	Não (26,9%)
<b>a – Após ser cadastrado e durante a participação no Programa BF o que foi adquirido?</b>		
Alimentação (77%)	Aquisição de Bens (23%)	
<b>b – Essa aquisição teve/tem importância real para família?</b>	Sim (94,7%)	Não (3,8%)
<b>c – Esse Programa é/foi importante para a economia da família?</b>	Sim (97,7%)	Não (1,3%)
<b>d – Em caso de corte ou finalização do Programa os efeitos perduram/perduraram?</b>	Sim (50,7%)	Não (49,3%)
<b>e – Qual sugestão para que esse programa seja melhorado?</b>	Aumentar o valor (87,9%)	Está bom (12,1%)

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A segunda questão refere-se ao Programa Água Para Todos que foi criado pelo Governo Federal com o intuito de universalizar o amplo acesso e o uso da água às populações rurais em condição de extrema pobreza, que não são cadastradas nesse programa ou dependem de um sistema de abastecimento deficitário.

Sobre a participação nesse programa, dos 42,7% que estão cadastrados e foram contemplados com tecnologias sociais, 74,4% atesta que o programa garante o abastecimento da residência, 11,6% afirmaram que o fato de participar do programa contribui para não

precisarem comprar água, 14% confirmaram que o programa ajuda nos períodos de seca, como pode ser observado no Quadro 11.

Quadro 9. Questionário sobre o Programa Água Para Todos.

Questionários sobre Políticas Públicas			
<b>2ª) – Participa do Programa Água para todos?</b>		Sim (42,7%)	Não (57,3%)
<b>a – Quais os benefícios que esse programa proporciona para sua família?</b>			
Abastecimento (74,4%)	Não precisa comprar água (11,6%)	Ajuda nos períodos de seca (14%)	
<b>b – Qual a sugestão para que esse programa seja melhorado?</b>			
Permanença como está (34,2%)	Mais carros pipa (28,9%)	Mais cisternas (34,2%)	

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Como sugestão para que esse programa seja melhorado, 28,9% afirmaram ser necessário mais carros pipa em operação, 34,2% responderam que é indispensável a instalação de mais cisternas, e 34,2% asseguraram que não precisa ser melhorado, basta continuar como está.

A terceira questão é sobre o Programa Bolsa Estiagem, trata-se de um auxílio financeiro (R\$ 80,00 mensal) destinado aos agricultores que possuem a Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), fazem parte do Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico), residem em municípios em situação de emergência ou calamidade pública reconhecida pelo Governo Federal, possuem até dois salários mínimos e não participam do Programa Garantia-Safra.

Este programa pode dar um suporte as famílias que estão passando por uma situação difícil em decorrência da escassez de chuvas. No entanto, penas 15,4% das famílias que participaram da pesquisa estavam cadastrados no Programa Bolsa Estiagem. Os que participam do programa utilizam o repasse para comprar alimentos e complementar a renda da família. Como sugestão para o melhoramento do programa indicaram a priorização, o aumento do valor e a criação de postos de trabalho.

A quarta questão refere-se ao Programa Garantia Safra que é um seguro disponibilizado pelo Governo Federal junto ao Ministério do Desenvolvimento Agrário para agricultores familiares com renda mensal igual ou inferior 1,5 (um e meio) salário mínimo quando constatada perda igual ou superior a 50% da safra no município que esteja inserido na área de atuação da SUDENE.

Esse programa é acessado por 41,3% das pessoas que participaram da pesquisa, o benefício é utilizado para comprar alimentos, complementar a renda das famílias, e minimizar os impactos financeiros da perda da safra nas propriedades, assim como, ajuda a manter o

pequeno agricultor na propriedade evitando o êxodo rural. Como sugestão para melhorar o programa a proposta foi aumentar o valor e transformar o programa em um benefício permanente.

O Programa Microcrédito Rural (Pronaf B) foi abordado na quinta questão, é uma linha de crédito pertence ao Grupo “B” do Pronaf que é destinado a agricultores familiares que possuem renda bruta nos últimos 12 meses de produção normal inferior a R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) e que não contratem trabalho assalariado permanente, o limite de financiamento pode chegar até RS 4.000,00 (quatro mil reais) com uma taxa de juros de 0,5% ao ano.

Nota-se que é um programa atrativo, no entanto, apenas uma pequena parcela dos agricultores participa (5,8%), isto pode estar relacionado a questões burocráticas dos bancos estatais que não liberam o recurso sem ter alguma garantia, bem como o nível de pobreza e falta de informação dos agricultores. A sexta questão trata do Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais, no entanto, não é acessado por nenhum participante da pesquisa.

A sétima questão foi elaborada para identificar as principais formas de obtenção de renda dos participantes da pesquisa antes de se cadastrarem em algum programa social, a agricultura/pecuária se destaca com 45,5%, em seguida a venda da força de trabalho com 40,9%, 10,6% dependem de aposentadoria por idade rural. Os dados indicam que antes da vigência dos programas sociais boa parte dos trabalhadores rurais se deslocava do campo para cidade na mesma região ou migravam sazonalmente para outros estados em busca de trabalho e melhores condições de vida, uma vez que a agricultura de subsistência é desenvolvida no período chuvoso que se concentram geralmente durante três meses.

A oitava questão tenta verificar a existência de alguma relação entre a adesão aos programas sociais e a redução dos impactos ambientais nas propriedades. Os dados revelam que apenas 19,6% dos participantes da pesquisa confirmaram que houve diminuição da pressão sobre os recursos naturais após a adesão em alguns programas sociais, todavia, uma porcentagem considerável (74,5%) atestou continuar utilizando os recursos disponíveis em suas terras para obtenção de renda, como pode ser observado no Quadro 12.

Quadro 10: Questionário sobre Programas Sociais na questão ambiental.

<b>Questionários sobre Políticas Públicas</b>	
<b>8ª) – Com a adesão aos programas sociais houve diminuição da utilização dos recursos naturais da propriedade para geração de renda?</b>	
Houve diminuição	19,6%
Não houve diminuição	74,5%
Não possui propriedade	5,9%

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

A continuidade da exploração dos recursos nas propriedades pode ser explicada por vários fatores como, por exemplo, o reduzido poder aquisitivo aliado ao baixo nível de escolaridade dos lavradores, além das secas severas. A dificuldade para obter crédito junto aos bancos agrava ainda mais a situação dos agricultores que não veem alternativa se não a exploração insustentável dos recursos naturais para garantir a sua sobrevivência.

A nona e última pergunta do questionário sobre programas sociais trata sugere a criação de um programa social que pudesse mudar a situação permanente dos agricultores rurais e das famílias mais carentes, 14,6% dos participante afirmaram que o BF deve ser mantido e o valor ser aumentado, 20,8% desejam que seja criado um programa contínuo e que integre todos outros que estão atuando de forma fragmentada, 6,3% sugeriram a volta das frentes de emergências.

A sugestão sobre a criação de emprego como solução para garantir a geração de renda correspondeu a 45,8% das respostas, 8,3% indicaram como opção ideal as soluções hídricas. Apenas 4,2% afirmaram que a criação de cursos profissionalizantes, construção de creches e a aquisição de equipamentos, por exemplo, máquinas de costura para que as mulheres possam ajudar na renda da família é a solução mais viável, como pode ser observado no Quadro 13.

Quadro 11: Questionário sobre a criação de um programa social que seja permanente.

<b>Questionários sobre Políticas Públicas</b>	
<b>9ª) – Qual a sugestão para criação de um programa social que possa mudar a sua situação de forma mais permanente?</b>	
Aumento e manutenção do Programa Bolsa Família	14,6%
Criação de cursos profissionalizantes e aquisição de equipamentos	4,2%
Querem a volta das frentes de emergência	6,3%
Geração de emprego	45,8%
Soluções hídricas (poços/barragens/dessalinizadores)	8,3%
Um Programa social que seja contínuo	20,8%

Fonte: Pesquisa de campo (2016).

É inegável o papel dos programas sociais, tanto os de redistribuição de renda, como os voltados a fornecer tecnologias sociais que possam auxiliar na erradicação da miséria e pobreza, principalmente nas comunidades rurais dependentes exclusivamente da agricultura e/ou criação de animais que estão mais vulneráveis ao desastre das secas do que as famílias que residem na zona urbana. Os programas sociais tem ajudado o agricultor a se manter na sua propriedade mesmo durante o período de estiagem prolongada evitando o êxodo rural.

Associado aos programas sociais, o acesso à educação de qualidade, a criação de oportunidades de emprego e a capacitação das pessoas devem ser priorizadas, assim como, a

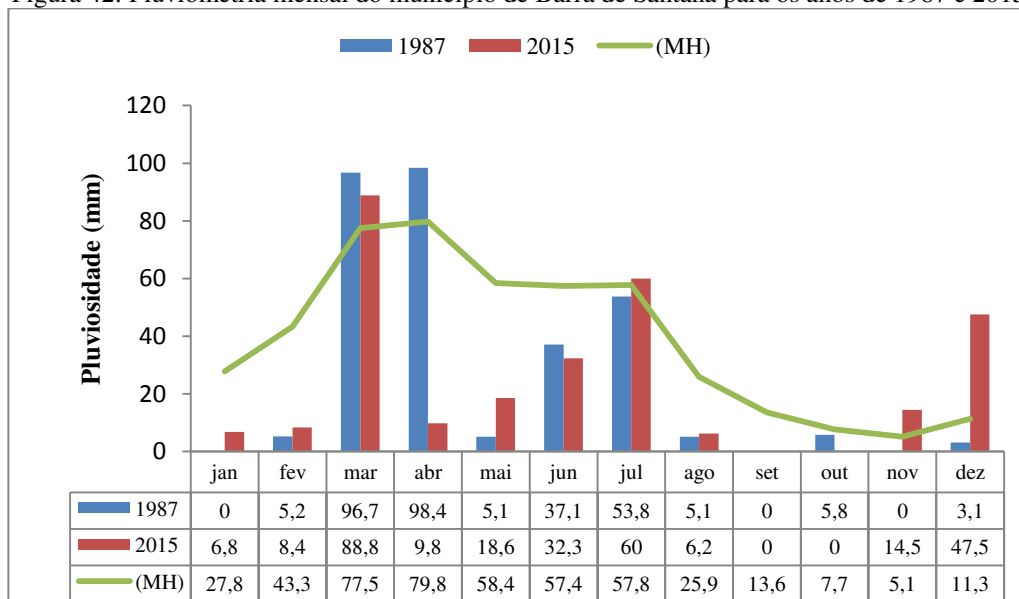


efetivação de uma grade curricular flexível que contemple a educação ambiental, que seja capaz de conduzir a um debate sobre a questão ambiental a nível global/local e local/global promovendo o envolvimento entre escola e comunidade.

## 6.2 Dinâmica da cobertura vegetal entre os anos de 1987 e 2015

O levantamento dos dados pluviométricos do município de Barra de Santana foi realizado com o objetivo de garantir que as imagens de satélite fossem selecionadas dentro do período de estiagem na região. A Figura 42 apresenta os dados de pluviosidade dos anos de 1987 e 2015, e a Média Histórica a partir de dados coletados diários e mensais na estação pluviométrica de Bodocongó (dos anos de 1984 a 2014) disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – Dados Hidrológicos (Séries Históricas).

Figura 42: Pluviometria mensal do município de Barra de Santana para os anos de 1987 e 2015.



Fonte: ANA (2015); AESA (2015).

O período chuvoso da região estende-se de Março a Julho, com maior concentração entre os meses de Março e Abril. Para o ano de 1987, observou-se uma diminuição no volume das chuvas, com totais mensais expressivos entre os meses de março e abril. No ano de 2015 o déficit no volume de chuva para o ano foi maior que no ano de 1987, com total mensal expressivo apenas no mês de abril.

Um fator preponderante para escolha das imagens durante o período de estiagem deve-se a dinâmica da vegetação, as áreas com vegetação em sucessão secundária ou áreas de pastagem apresentam valores altíssimos devido à fitomassa foliar estar fotossinteticamente

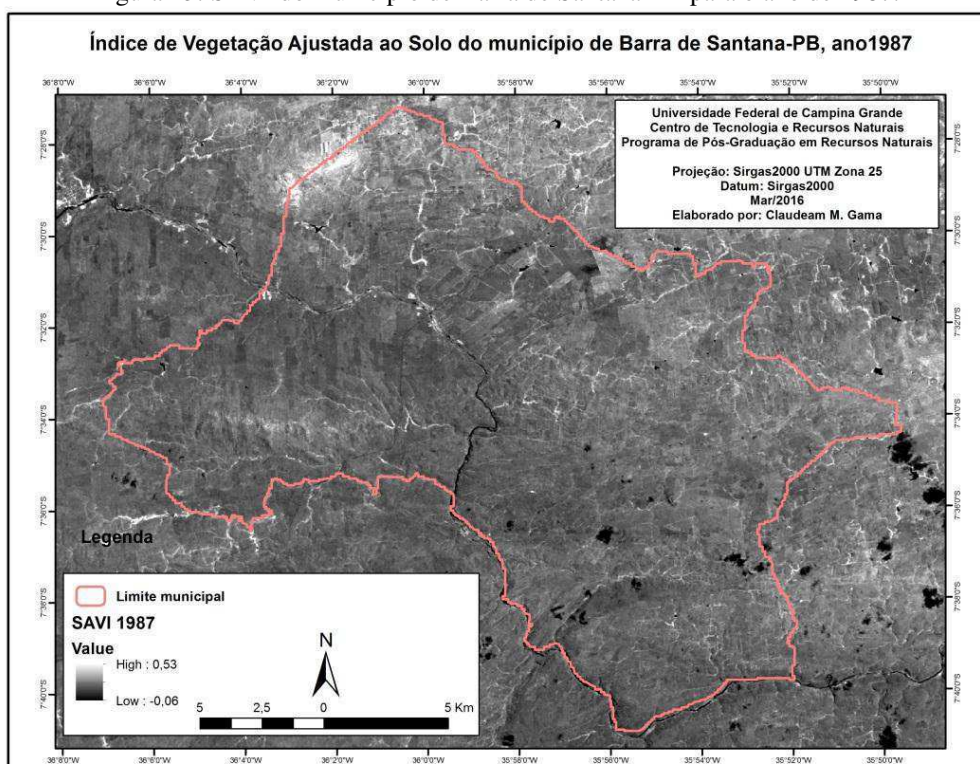
ativa após as primeiras chuvas, enquanto a vegetação nativa começa a sair da fase de dormência, isto pode causar confusão e possivelmente erro na determinação das classes do SAVI.

Os Índices de Vegetação como SAVI, apresentam valores que variam entre -1 e 1, uma vez que trata-se de uma razão entre bandas como descrito nos procedimentos metodológicos. Os corpos d'água estão geralmente entre -1 e 0, quanto mais próximo de 1 indica que a vegetação apresenta-se mais adensada.

As imagens de satélite para obtenção do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo (SAVI) do município de Barra de Santana referente aos anos de 1987 e 2015 foram escolhidas de acordo com a estação seca para que fosse possível analisar a dinâmica da Caatinga durante o período de estresse hídrico e identificar os alvos a partir da assinatura espectral e posteriormente realizar a sua classificação.

O SAVI correspondente ao ano de 1987, apresenta uma quantidade de tons de cinza claro bem maior e mais concentrado que na imagem do SAVI referente ao ano de 2015, isto se deve a fase de transição entre o período chuvoso e o seco (Setembro) e as áreas de Caatinga estarem mais conservada, como pode ser verificado na Figura 43. .

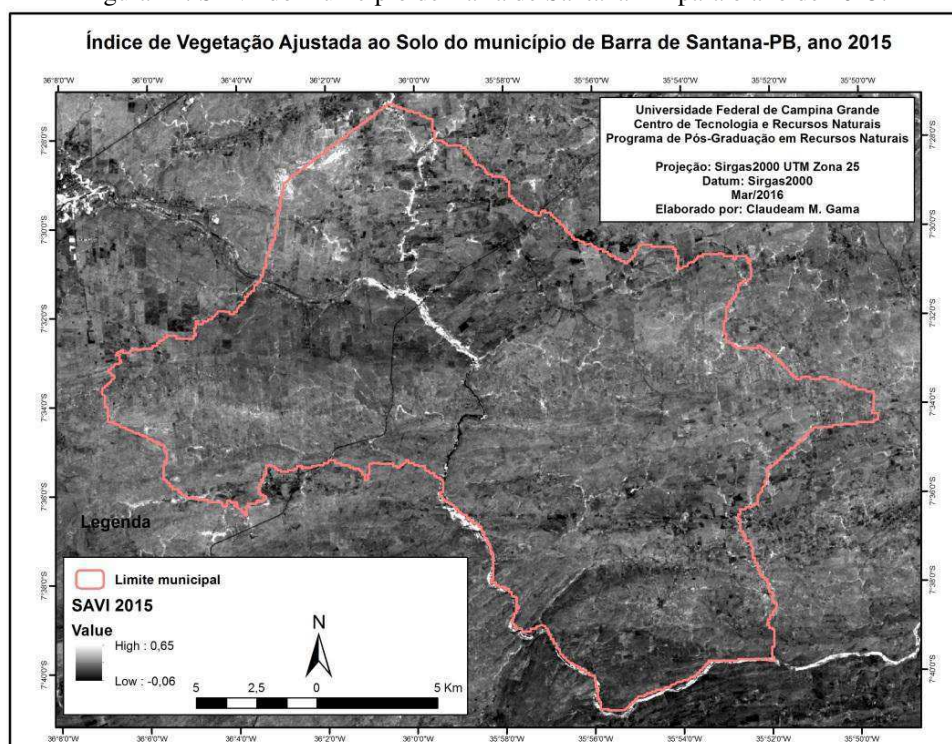
Figura 43: SAVI do município de Barra de Santana-PB para o ano de 1987.



Fonte: USGS (2015), elaborado a partir de imagens Landsat 5.

O SAVI para o ano de 2015 apresenta uma quantidade de tons de cinza escuro muito maior que na imagem do SAVI do ano de 1987, isto se deve ao período em que a Caatinga entra em estresse hídrico (Novembro), evidenciando o aumento das áreas de Caatinga antropizadas e solo exposto como pode ser verificado na Figura 44.

Figura 44: SAVI do município de Barra de Santana-PB para o ano de 2015.



Fonte: USGS (2015) elaborado a partir de imagens Landsat 8.

Na tabela 13, estão organizados os dados estatísticos de cada imagem mostrando a diferença entre as duas e evidenciando a dificuldade que o operador tem para analisar a assinatura espectral da Caatinga em períodos distintos.

Tabela 13: Estatística básica das imagens SAVI do ano de 1987 e 2015.

Estatística descritiva das imagens	SAVI 1987	SAVI 2015
Número de Pontos	1253538	1278053
Número de Pontos Válidos	1253538	1278053
Média	0,18754125	0,16739126
Variância	0,00114461	0,00056965
Desvio Padrão	0,03383201	0,02386743
Coefficiente de Variação	0,18039772	0,14258466
Coefficiente de Assimetria	0,86785524	1,48892607
Coefficiente de Curtose	79,9666492	19,52335992
Valor Mínimo	-0,06891812	-0,06453084
Quartil Inferior	0,16709997	0,15369679
Mediana	0,18180893	0,16747995
Quartil Superior	0,20247772	0,17996612
Valor Máximo	0,5341019	0,65366453

Fonte: USGS (2015), obtidos das imagens Landsat 5 e 8.

No Quadro 14, estão presentes os desvios da pluviosidade mensal dos anos de 1989 e 2015 em relação à média histórica mensal (período de 30 anos de dados entre 1974 a 2014). Nota-se que no ano de 1987 choveu 33,3% abaixo da média histórica (465,5 mm) no ano de 2015 choveu 37% abaixo da média.

Quadro 12: Desvio da pluviometria do município de Barra de Santana para os anos de 1987 e 2015.

Pluviometria	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total/Ano
<b>1987 (mm)</b>	0	5,2	96,7	98,4	5,1	37,1	53,8	5,1	0	5,8	0	3,1	310,3
<b>Desvio 1987</b>	-100%	-88%	24,8%	23,3%	-91,3%	-35,4%	-6,9%	-80,3%	-100%	-24,7%	-100%	-72,6%	-33,3%
<b>2015 (mm)</b>	6,8	8,4	88,8	9,8	18,6	32,3	60	6,2	0	0	14,5	47,5	292,9
<b>Desvio 2015</b>	-75,5%	-80,6%	14,6%	-87,7%	-68,2%	-43,7%	3,8%	-76,1%	-100%	-100%	184,3%	320,4%	-37%
<b>Média Histórica</b>	27,8	43,3	77,5	79,8	58,4	57,4	57,8	25,9	13,6	7,7	5,1	11,3	465,5

Fonte: ANA (2015); AESA (2015).

Um dos fatores que são levados em consideração quando se estuda a sociedade e a sua interação com o ambiente é a escassez hídrica. A água é um fator limitante, tanto para as pessoas, como para as plantas e animais. Na região do Cariri paraibano a população convive com esta realidade cotidianamente, no município estudado não é diferente.

Várias entidades internacionais utilizam indicadores físicos, dentre eles o Índice de Aridez ( $I_a$ ), para definir se uma área é susceptível ao processo de desertificação. O  $I_a$  trata-se da relação entre a precipitação média anual de uma determinada área e a sua taxa de evapotranspiração potencial média anual ( $I_a = Pr/ETp$ ). O  $I_a$  do município de Barra de Santana foi calculado a partir dos dados de pluviosidade e da evapotranspiração potencial, este último foi estimado a partir do software SEVAP<sup>14</sup> de acordo com o método de Thornthwaite (1942).

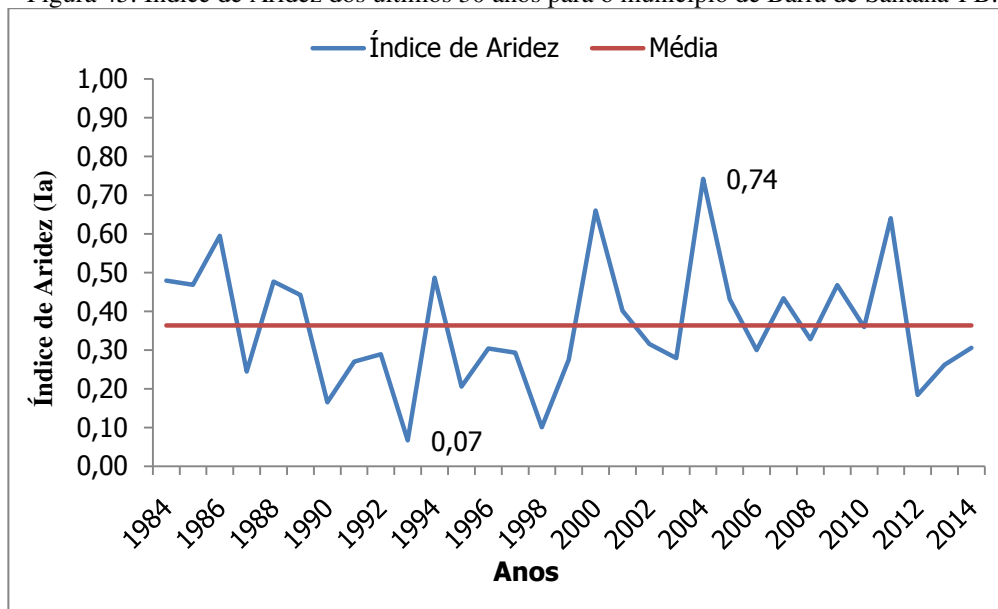
Essa condição tende a ocasionar problemas socioambientais, a perda de água para atmosfera através dos processos físicos está sendo maior do que a sua reposição nessa região, isto compromete a recarga dos reservatórios superficiais e subterrâneos, podendo ocasionar sérios danos aos ecossistemas.

O valor médio do Índice de Aridez da área em estudo foi 0,36, o valor mínimo encontrado foi 0,07 para o ano de 1993 e o valor máximo 0,74 para o ano de 2007. Nota-se que entre os anos de 2000 e 2014 houve alternância entre valores abaixo e muito acima da

<sup>14</sup> Sistema de Estimativa de Evapotranspiração desenvolvido por Silva et. al. (2005), disponível no site da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. (<http://www.dca.ufcg.edu.br/download/sevap.zip>).

média. A Figura 45 apresenta o Índice de Aridez para o município de Barra de Santana obtido através de uma série histórica de dados de 30 anos, entre 1984 e 2014.

Figura 45: Índice de Aridez dos últimos 30 anos para o município de Barra de Santana-PB.



Fonte: Elaborado com base em Silva et al. (2005).

O clima do município estudado é Semiárido com base na definição do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-UNEP (1991) que utiliza os valores do Índice de Aridez para definir as classes climáticas presentes na Tabela 14.

Tabela 14: Classificação das Zonas Climáticas a partir do Índice de Aridez.

Zonas Climáticas	Índice de Aridez (I <sub>a</sub> )
Hiperárido	<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).

A susceptibilidade do município de Barra de Santana ao processo de desertificação apresenta alto risco em conformidade com o Índice de Aridez. Isto chama atenção para a condição de vulnerabilidade das comunidades que residem na zona rural dos municípios da microrregião do Cariri Ocidental e Cariri Oriental, a situação tende a se tornar crítica principalmente quando as atividades econômicas desenvolvidas (agricultura, pecuária) são afetadas diretamente por períodos de secas prolongadas.

A Tabela 15, apresenta os intervalos que vão de 0,005 a 0,65, ou seja, de níveis muito altos a níveis moderados com base no Índice de Aridez, esses critérios foram estabelecidos por Mattalo Jr. (2003) para caracterizar os níveis de susceptibilidade a Desertificação.

Tabela 15: Níveis de susceptibilidade a Desertificação com base no Índice de Aridez.

<b>Níveis de susceptibilidade a desertificação</b>	<b>Índice de Aridez (<math>I_a</math>)</b>
<b>Muito alta</b>	0,05 a 0,20
<b>Alta</b>	0,21 a 0,50
<b>Moderada</b>	0,51 a 0,65

Fonte: Mattalo Jr. (2003).

A retirada da vegetação nativa, o pastoreio e a agricultura sem manejo adequado e a baixa escolaridade dos agricultores contribuem para ativação e, em alguns casos, a intensificação dos processos modeladores do relevo em pequena escala. A consequência do uso da terra indiscriminadamente durante longos períodos de tempo, associada às características fisiográficas podem resultar na instalação do processo de desertificação nas áreas mais susceptíveis a degradação ambiental.

### 6.2.1 Visitas a campo para auxiliar na definição das classes de SAVI

Foi realizado o reconhecimento de campo (inspeção visual) na época da seca (dez/2014; dez/2015 e fev/2016) com o intuito de facilitar a visualização da paisagem em períodos distintos. Foram visitadas algumas áreas representativas das classes de vegetação estabelecidas no processo de classificação para comparação entre a realidade atual com a classificação utilizando a imagem de satélite Landsat 8 de nov/2015.

Informações como: coordenadas, classificação da vegetação, relevo e solo sobre os dados referentes aos Pontos 14, 15, 16, 18 e 20, citados na descrição das áreas visitadas junto com as Figuras 49, 50, 51, 52 e 53, estão disponíveis no Apêndice I.

A cobertura vegetal que se estabelece facilmente, tanto nas áreas de mata ciliar, como dentro do Rio Paraíba trata-se da Algaroba (*Prosopis Juliflora*). É uma espécie exótica invasora que se desenvolve bem em solos aluviais (*neossolos fluvicos*), seu sistema radicular pivotante permite essa espécie procurar água em grandes profundidades, o porte arbóreo médio chega a 6,7 metros enquadrando-se na classificação como Vegetação Arbórea Densa.



A Figura 46, Ponto P20, mostra a predominância de Algarobas (*Prosopis juliflora*) no leito do Rio Paraíba próximo a cidade de Barra de Santana.

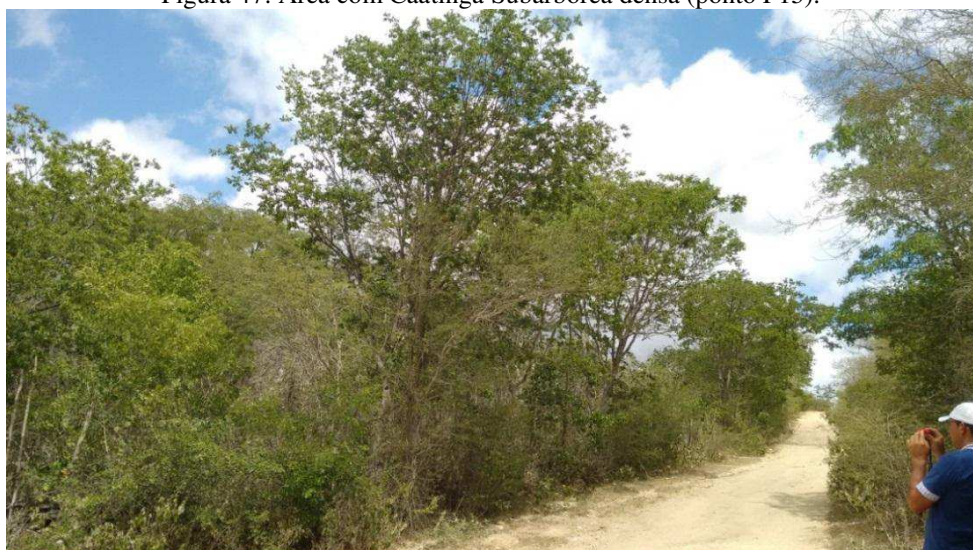
Figura 46: Área com vegetação arbórea densa (ponto P20).



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

O Ponto P15, Figura 47, trata-se de uma área bem conservada próximo da Serra de Inácio Pereira, pode-se notar a predominância de várias espécies com porte arbóreo variando relativamente entre 4,3 e 10 metros, para classificar essa área como Subarbórea Densa foram feitas medições da altura de algumas espécies, tirou-se uma média dos valores que resultaram entre 3 e 4,5 metros.

Figura 47: Área com Caatinga Subarbórea densa (ponto P15).



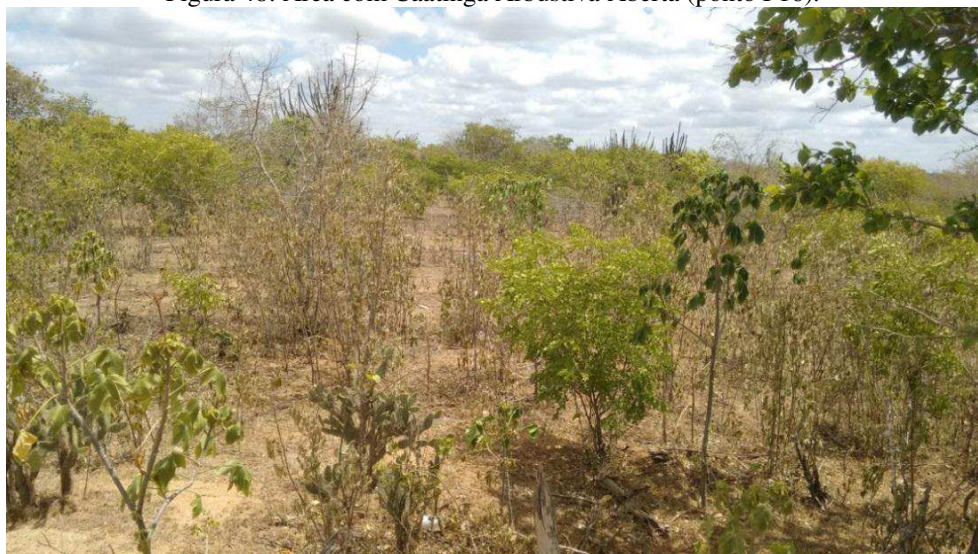
Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Das espécies identificadas visualmente a destacam-se a Catingueira (*Poincianella*), Aroeira (*Schinus terebinthifolius*), Barauna (*Schinopsis brasiliensis*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), Pinhão Manso (*Jatropha curcas L.*), JuremaBranca (*Piptadenia stipulacea*), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), entre outras.

No Ponto P16, a vegetação encontrada possui um porte arbóreo entre 1,5 e 3 metros, com predominância de espécies como a Catingueira (*Poincianella*), Pinhão Bravo (*Jatropha molíssima*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Quipá (*Tacinga inamoena*), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) entre outras espécies.

Ao observar a Figura 48, nota-se que é uma área de Caatinga Arbustiva Aberta que se desenvolve em solos (*Neossolos litólicos*) relativamente rasos com textura que podem variar de arenosa, siltosa ou argilosa, o tipo de atividade predominante nesse espaço é a criação extensiva de gado, percebe-se que está abandonada, permitindo que essa vegetação possa se recuperar,

Figura 48: Área com Caatinga Arbustiva Aberta (ponto P16).



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Na área com predominância de Caatinga Subarbustiva Rala, detectou-se pequenos arbustos em desenvolvimento sobre o solo arenoso (*Neossolo litólico*). Nessa área a Caatinga degradada tenta se recuperar em uma área utilizada para o estabelecimento da criação de gado de forma extensiva.

Os pequenos tufo de vegetação com porte arbóreo menor que 1,5 metros destacam-se na paisagem, visualmente foram identificadas algumas espécies com certa predominância são elas: a Catingueira (*Poincianella*), Jurema Branca (*Mimosa tenuiflora*) e o Marmeleiro (*Croton sonderianus*).



No ponto P18, está localizada a área classificada como Caatinga Arbustiva Rala, como pode ser visualizada na Figura 49.

Figura 49: Área com Caatinga Subarbustiva rala (ponto P18).



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

No ponto P14, a área classificada como Caatinga Subarbustiva Muito Rala apresenta porte inferior a 1,5 metros, se diferencia da Subarbustiva rala por quase não apresentar densidade. Essa área encontra-se bem degradada apresentando pouquíssimos tufo de arbustos, utilizada como área de pastagem sobre solo arenoso (*Neossolo litólicos*). A presença de troncos de árvores queimados no solo é um indicativo de que a vegetação nativa foi cortada e queimada inicialmente para ser transformada em área de criação de gado extensiva, como pode ser visualizado na Figura 50.

Figura 50: Área com Caatinga Subarbustiva muito rala (ponto 14).



Fonte: Pesquisa de campo (2016).

Nas áreas de Solo Exposto houve um pequeno aumento de 6,07 Km<sup>2</sup>, os valores 3,03 Km<sup>2</sup> correspondiam às áreas sem vegetação no ano de 1987, os 9,1 Km<sup>2</sup> correspondem ao solo exposto no ano de 2015, representando uma diferença de 200,3 %.

Com base no estudo feito por Santos et al. (2007) na Bacia Escola em Sumé, a parcela de solo exposto perdeu em média (P4) 52,1 t/ha, fazendo uma relação com a capacidade de perda de solo, a área de solo exposto tenderia a perder em média 46.890 t/ha por ano. A Tabela 16 e a Figura 54 apresentam o resultado e a espacialização da área de cada tema nos mapas.

Tabela 16: Extensão das áreas ocupadas por cada classe de cobertura vegetação.

Classes	1987		2015		Diferença				Taxa
	Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup> /ano
Caatinga Arbórea Densa	112,8	29,8	44,3	11,7	-68,5	60,7	-79	-37	2,8
Caatinga Subarbórea Densa	100,5	26,5	90	23,8	-10,5	10,4			
Caatinga Arbustiva Aberta	104,4	27,6	123,3	32,6	18,9	-18,1	81,1	49,7	2,9
Caatinga Subarbustiva Rala	47	12,4	80	21,1	33	-70,2			
Caatinga Subarbustiva Muito Rala	8,7	2,3	31,9	8,4	23,2	-266,7			
Solo Exposto	3,03	0,8	9,1	2,4	6,07	-200,3			
Corpos d'água	0,04	0,0	0,005	0,0	0,035	-	-	-	-
Nuvem	0,9	0,2	0	0,0	0,9	-	-	-	-
Sombra	1,2	0,3	0	0,0	1,2	-	-	-	-

Fonte: Gama (2016).

A vegetação Caatinga Subarbustiva Muito Rala (<1,5m) da região conheceu um acréscimo de 23,2 Km<sup>2</sup>, passou de 8,7 em 1987, para o valor atual de 31,9 Km<sup>2</sup>, um aumento de 266,7%. Essa classe de vegetação ocupa uma área equivalente a 8,4% da área total do município.

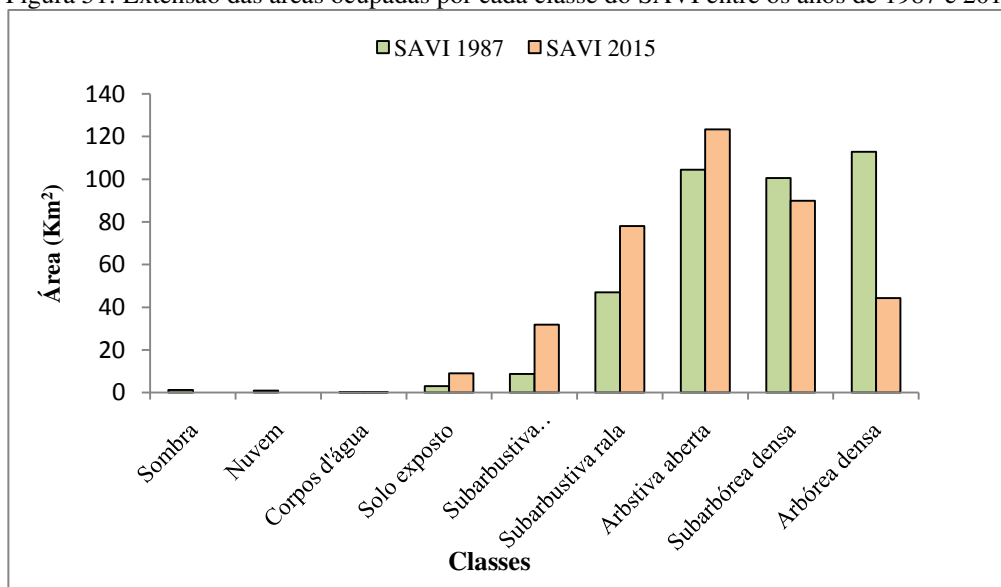
A classe de vegetação Subarbustiva Rala (<1,5m) teve uma ampliação de 33 Km<sup>2</sup>, passando dos antigos 47 Km<sup>2</sup> para os atuais 80 Km<sup>2</sup>, um aumento de 70,2%, como pode ser observado na Figura 54. Essa classe de vegetação ocupa uma área equivalente a 21,1% da área total do município.

A mesma analogia pode ser feita para as duas classes de Caatinga Subarbustiva (antropizada) ao fazendo a relação entre capacidade de perda de solo feita no estudo de Santos et al. (2007) com vegetação rasteira com cobertura morta (P2 e P3) chegando a perder 0,3 t/ha por ano em média, as classes de Caatinga Subarbustiva tenderia a perder 970 t/há de solo por ano.

Durante o período de 28 anos ocorreu nas áreas ocupadas por vegetação arbustiva aberta um aumento de 18,9 Km<sup>2</sup>, passando dos antigos 104,4 Km<sup>2</sup> para os atuais 123,3 Km<sup>2</sup>, um aumento de 18,1%, o que representa 32,6% da área total do município. Essas três classes representam áreas com vegetação nativa antropizada, em alguns casos em estágio de sucessão secundária devido ao abandono estão em fase de recuperação.

A vegetação Subarbórea densa (altura de 3,0 a 4,5 m) da região, que outrora era encontrada com uma área de 100,5 Km<sup>2</sup> experimentou uma redução de 10,5 Km<sup>2</sup>, ou 10,4%, passando a ocupar uma extensão de 90 Km<sup>2</sup>, esta classe de vegetação representa 23,8% da área do município. A Figura 51, apresenta a dinâmica temporal da vegetação a partir das classes de cobertura das terras entre o período entre 1987 e 2015.

Figura 51: Extensão das áreas ocupadas por cada classe do SAVI entre os anos de 1987 e 2015.



Fonte: Gama (2016).

É possível evidenciar o aumento de forma linear das classes de vegetação com porte arbóreo menor que 3 metros, e a redução linear da vegetação com o porte arbóreo acima de 3 metros. Na área de vegetação Arbórea densa da região (>4,5m) ocorreu uma redução de 68,5 Km<sup>2</sup>, ou 60,7%, passando de 112,8 Km<sup>2</sup> para 44,3 Km<sup>2</sup>, esta classe de vegetação representa 11,7% da área do município.

Os resultados mostram, em resumo, que a vegetação Arbórea densa e Subarbórea densa perderam uma área de 79 Km<sup>2</sup> no período de 28 anos, uma diminuição de 37% da área ocupada em 1987, o que representa uma taxa média de desmatamento 2,8 Km<sup>2</sup>/ano. Em 2015, essas duas classes de vegetação somavam 134,3 Km<sup>2</sup>, equivalente a 35,5% da área total do município que permaneceu coberta por essas duas classes de vegetação.

Por outro lado, as áreas com vegetação Subarbustiva muito rala, Subarbustiva rala, Arbustiva aberta e Solo exposto, ocupadas principalmente por Caatinga degradada, campos de pastagem e agricultura, cresceram 81,1 Km<sup>2</sup> no período. A taxa de ampliação foi de 2,9 Km<sup>2</sup>/ano, elevando a área degradada para 244,3 Km<sup>2</sup>, ou seja, passou de 43,9% em 1987 para 64,5% da área total do município em 2015, demonstrando um avanço considerável da alteração da cobertura vegetal.

Essas alterações nesse ambiente trazem consigo uma série de implicações, desde a potencialização do escoamento superficial, o aparecimento de ravinas que conduz a um início de um processo erosivo mais intenso e agressivo, a compactação do solo pelo pisoteio do gado, a perda de fertilidade do solo, a redução da biodiversidade tanto vegetal quanto animal e consecutivamente alteração do microclima. Todos esses fatores somados podem facilitar a ativação do processo de desertificação podendo causar prejuízos imensuráveis para o município e, sobretudo para as famílias que residem na zona rural e que dependem do uso das terras para sobreviver.

O próprio histórico de uso e ocupação das terras tanto no município estudado quanto na região do Cariri Oriental e Ocidental aponta para o uso indevido e a degradação dos solos. Fatores como a falta de manejo adequado da caatinga, assim como, a ausência de assistência técnica, a baixa escolaridade dos agricultores e criadores de gado bovino, caprino e ovino, potencializam o uso indevido dos recursos naturais existentes.

Do mesmo modo, o extrativismo vegetal feito de forma inadequada tende a causar desequilíbrios nos ecossistemas alterando o modo de vida de algumas espécies de animais ameaçando a sua perpetuação, bem como, o ciclo da vegetação nativa, os dados organizados na tabela podem ser visualizados melhor através da diferença entre as Figuras 52 e 53.



Figura 52: Mapa do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo do município de Barra de Santana-PB para o ano de 1987.

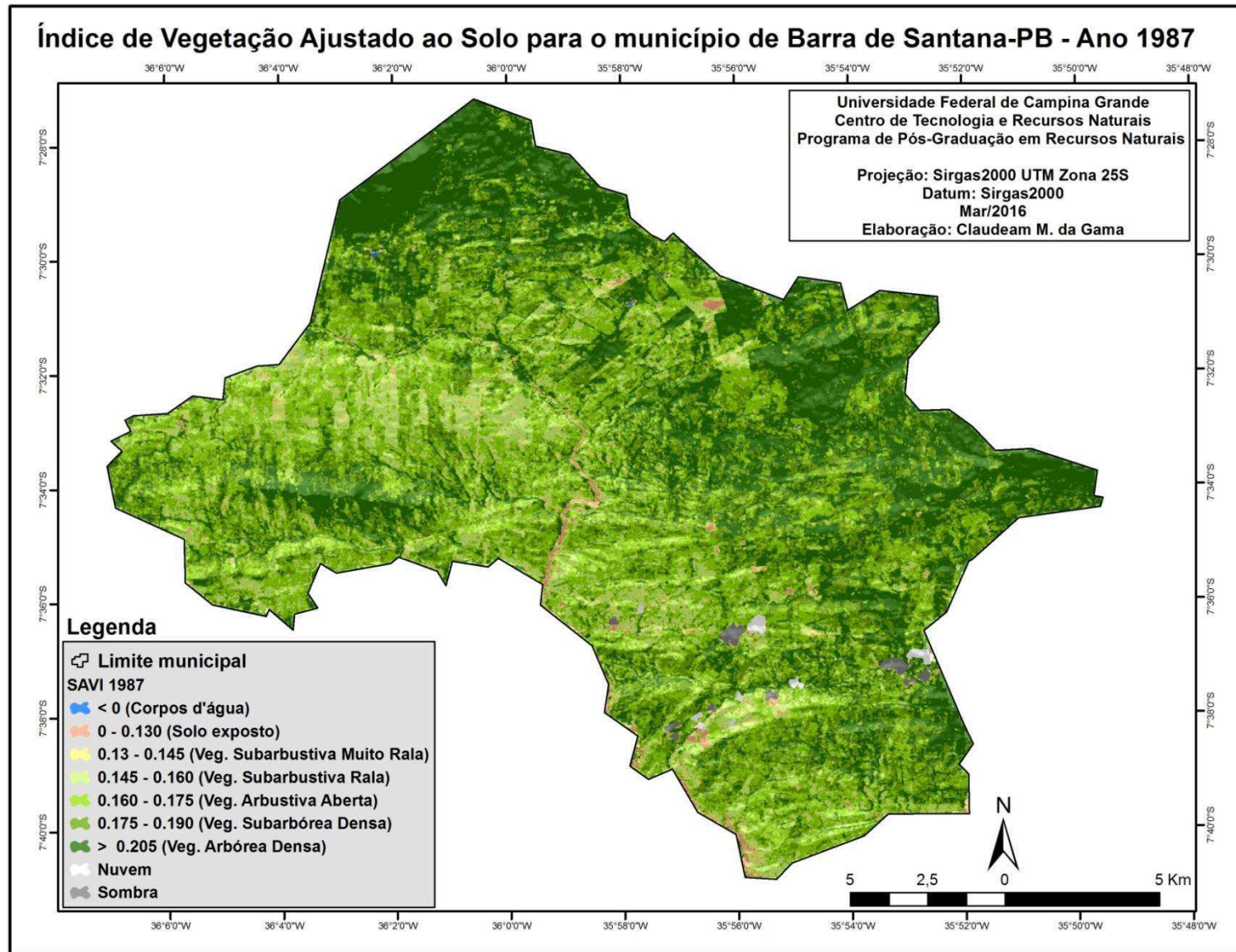
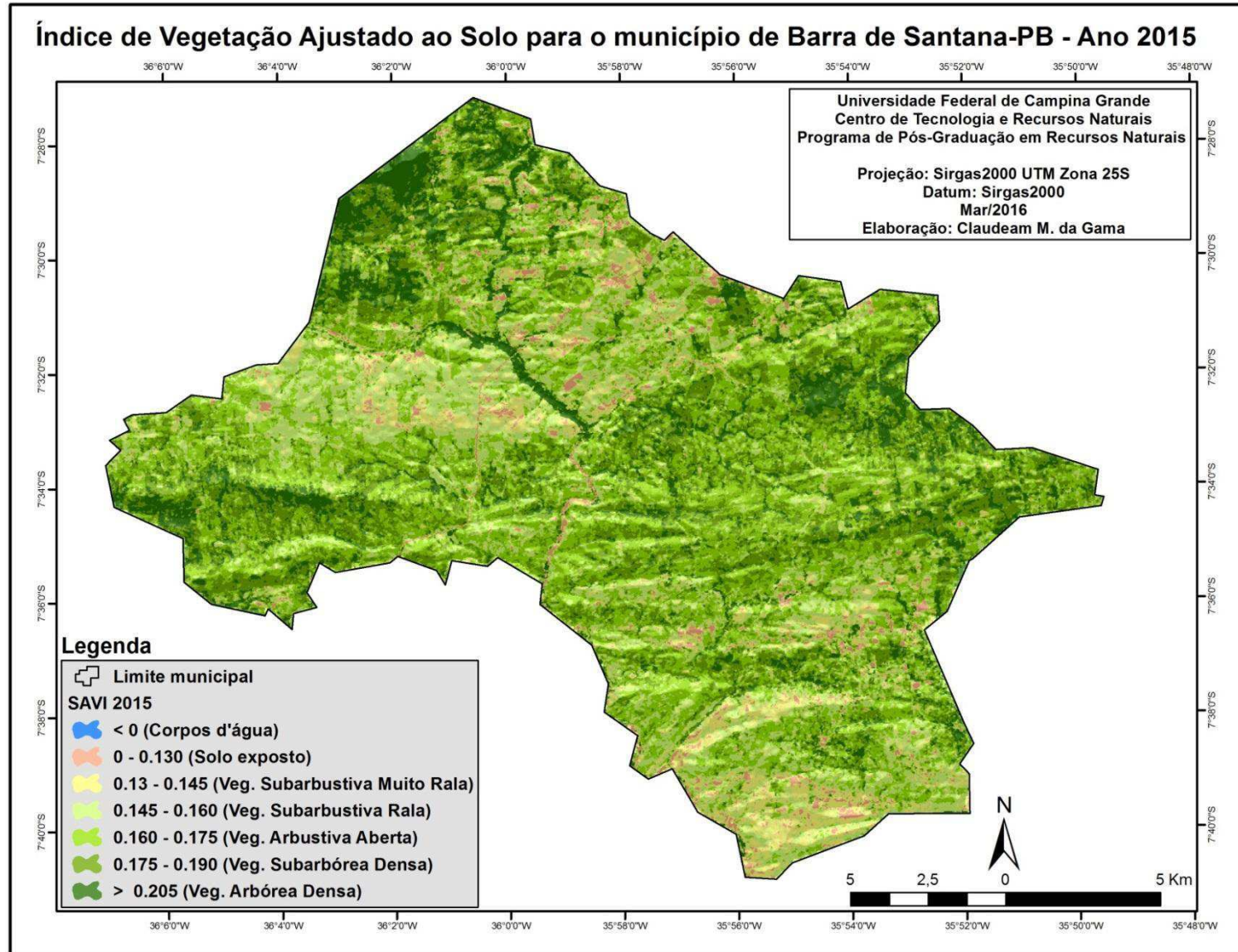


Figura 53: Mapa do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo do município de Barra de Santana-PB para o ano de 2015.



Fonte: Gama (2016).

## 6.2.2 Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental (SNDA)

A utilização da Lógica Fuzzy permitiu a sobreposição dos mapas da cobertura vegetal, erodibilidade dos solos e declividade, desse modo, obteve-se a espacialização dos níveis de Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental para o município de Barra de Santana-PB, presentes na Tabela 17.

Tabela 17: Classes com os níveis de SNDA para os anos de 1987 e 2015.

Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental (SNDA)					
Classes	1987		2015		Km2 Diferença
	Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup>	(%)	
<b>Muito baixa</b>	95,3	25,4	42	11,2	-53,3
<b>Baixa</b>	148	39,5	146,4	39,1	-1,6
<b>Moderada</b>	48	12,8	60,1	16	12,1
<b>Alta</b>	55,7	14,8	87,9	23,5	32,2
<b>Muito alta</b>	25,1	6,7	36,8	9,8	11,7

Fonte: Gama (2016).

No ano de 1987 o nível de SNDA Muito baixa ocupava uma área de 95,3 Km<sup>2</sup>, 25,4% da área total, houve uma redução de 53,3 Km<sup>2</sup>, 11,2% da área atual para o ano de 2015, o que mostra a relação direta com a redução da Caatinga Arbórea densa (SAVI) que também sofreu redução.

A classe de SNDA Baixa teve uma pequena redução 1,6%, passou de 148 Km<sup>2</sup> (1987) para 146,4 Km<sup>2</sup> (2015) demonstrando a relação entre essa classe e a Caatinga Subarbórea densa (SAVI) que sofreu uma pequena redução. A classe de SNDA Moderada passou de 48 Km<sup>2</sup> (1987) para 60,1 Km<sup>2</sup> (2015) o que representa 16 Km<sup>2</sup> da área atual havendo um acréscimo de 12,1%, indicando a relação entre essa classe e a Caatinga Arbustiva aberta que obteve um aumento em sua área.

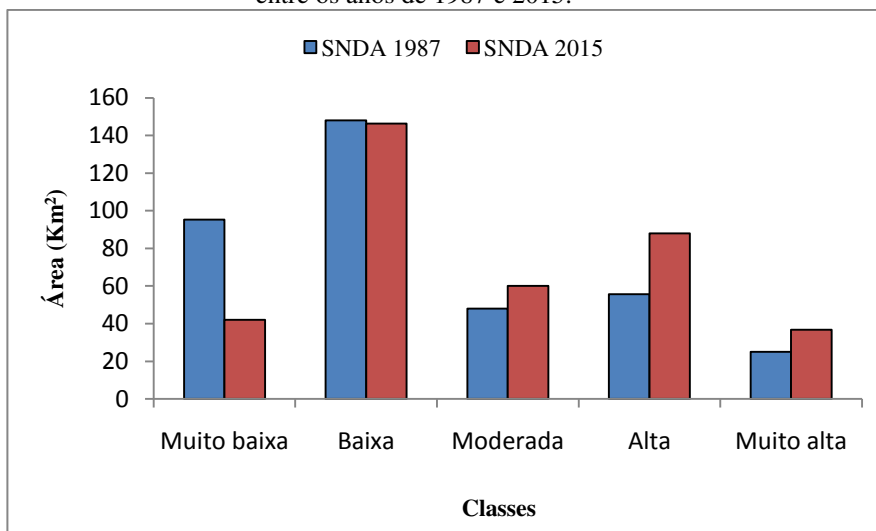
A classe de SNDA Alta passou de 55,7 Km<sup>2</sup> (1987) para 87,9 Km<sup>2</sup> (2015), um acréscimo de 32,2%, representando 23,5% da área atual. Esse aumento está relacionado ao crescimento da área de Caatinga Subarbustiva Rala (SAVI).

Ao comparar os dados pode-se ser visualizar a diferença entre os níveis de SNDA durante o período de 28 anos e as consequências da retirada da vegetação nativa para o estabelecimento de atividades econômicas sem os devidos cuidados.

A classe SNDA Muito alta obteve um aumento de 11,7%, passou de 25,1 Km<sup>2</sup> (1987) para 36,8 Km<sup>2</sup> (2015) ocupando atualmente 9,8% da área do município, esse aumento mostra a relação com as classes de Solo exposto e Caatinga Subarbustiva Muito Rala (SAVI) que

também aumentou o tamanho da área durante esse período. Os valores que correspondem a espacialização das classes SNDA para os anos de 1987 e 2015, encontram-se na Figura 54.

Figura 54: Extensão das áreas ocupadas por cada classe SNDA do município de Barra de Santana-PB entre os anos de 1987 e 2015.



Fonte: Gama (2016).

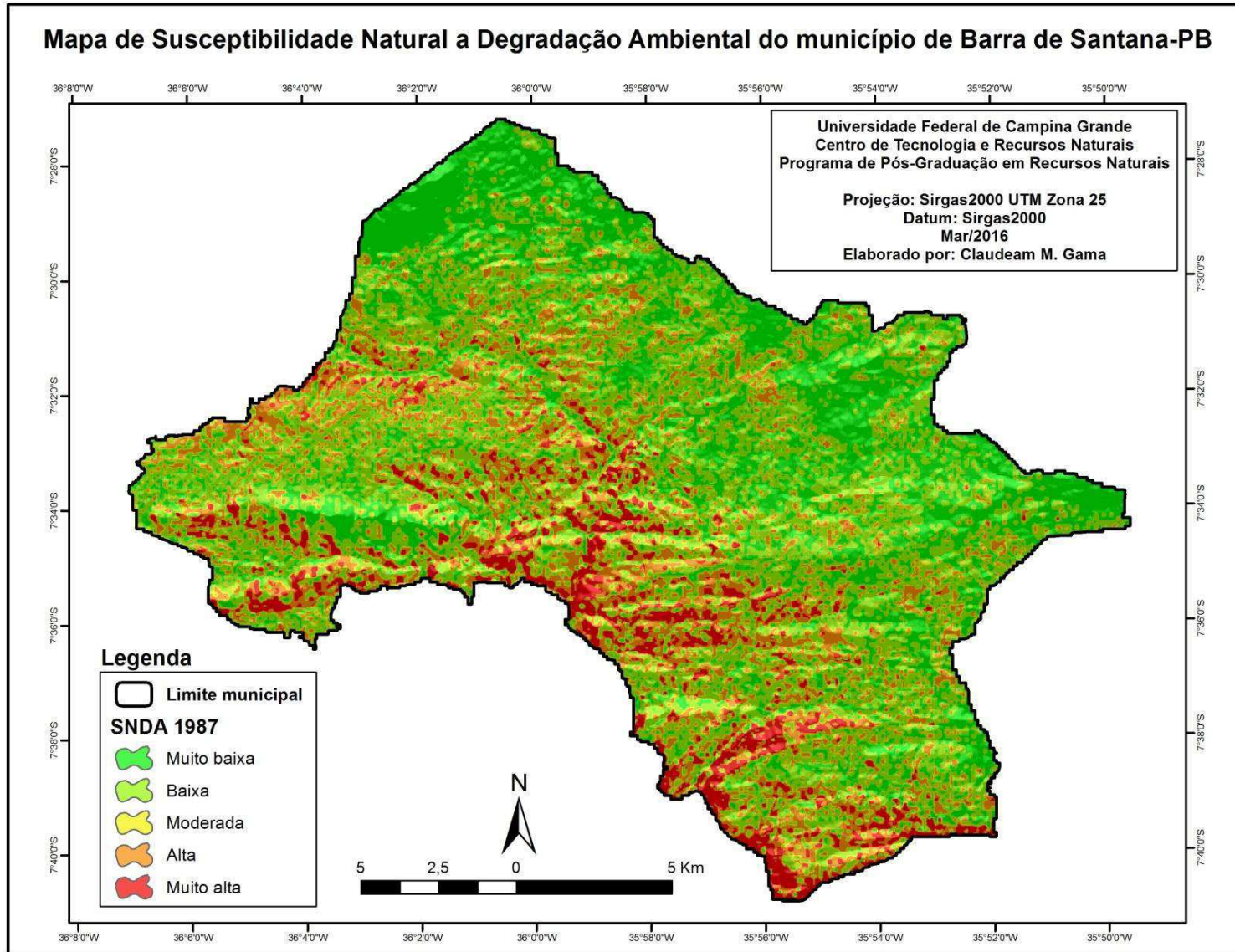
A principal atividade econômica do município desenvolvida na zona rural é a criação de gado bovino, seguidos de caprinos e ovinos, essas atividades ao serem realizadas de forma extensiva demandam grandes áreas para assegurar que a capacidade alimentar do rebanho não seja reduzido drasticamente, principalmente quando se trata de uma região castigada por longos períodos de estiagem.

Segundo Araújo Filho e Carvalho (1997) em ambiente de caatinga nativa é necessários uma área de 10 a 12 hectares para criação de um bovino. No município estudado constatou-se, a partir da relação da população média anual de gado bovino (8.025 cabeças) dividido pela área do município (376 km<sup>2</sup>), que a densidade média de animais por 100ha (1 km<sup>2</sup>) chega a 21,3, ou seja, para cada 10ha de terra tem-se, em média, mais de 2 bovinos, comprometendo diretamente a capacidade de auto-recuperação da vegetação nativa.

Grande parte das terras com áreas de vegetação nativa foram transformadas em pastagens, tornando ainda mais delicada a situação, principalmente quando a ausência da vegetação nativa e a utilização das terras sem os devidos cuidados criam circunstâncias para que se instale o processo de desertificação. As Figuras 55 e 56 apresentam a dinâmica espacial e temporal da SNDA entre os anos de 1987 e 2015.

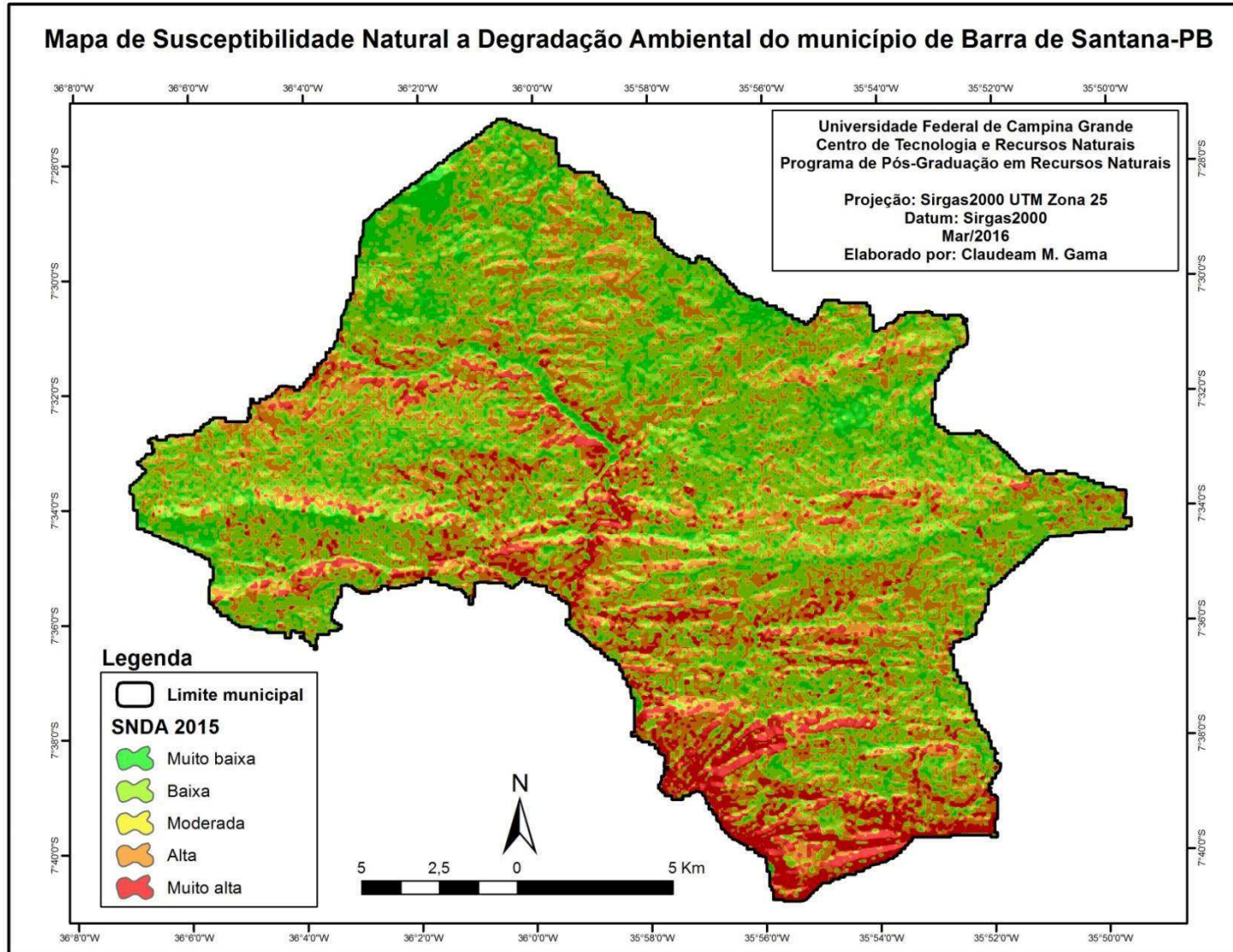


Figura 55: Espacialização da SNDA do município de Barra de Santana-PB no ano de 1987.



Fonte: Gama (2016).

Figura 56: Especialização da SNDA do município de Barra de Santana-PB no ano de 2015.



Fonte: Gama (2016).

## 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar o quadro socioeconômico e ambiental da população que reside na zona rural do município de Barra de Santana-PB e comparar os níveis de vulnerabilidade (social, econômica, tecnológica e hídrica) com os valores encontrados em estudos feitos em outros municípios do Cariri paraibano a exemplo de Boqueirão, Cabaceiras, Coxixola, Serra Branca e Sumé. Verificou-se que a realidade da população rural desses municípios não se difere muito. Apresentam níveis de vulnerabilidade Muito Alta (>45%), os municípios de Cabaceiras e Barra de Santa apresentam-se como exceção, com níveis de vulnerabilidade social na faixa de transição entre Moderado (<30%) e Alta (>31-45%). Essa situação denuncia uma condição crítica e indesejável, que tende a se agravar com a ocorrência de desastres condicionados pela fragilidade social, econômica, ambiental e política, em que se encontram as comunidades rurais do referido município.

Isto se deve a vários fatores, tais como baixa escolaridade, ausência de fontes de crédito, rendimentos baixíssimos, falta de assistência técnica, a não utilização de práticas de conservação do solo, pequenos minifúndios, a exploração da terra de forma intensiva, entre outros. A situação da população torna-se crítica principalmente em períodos de seca prolongada, quando toda atividade econômica, baseada na agricultura de subsistência e pecuária, ficam seriamente comprometidas.

A atuação dos Programas Sociais tem desempenhado um papel importante na minimização da vulnerabilidade social, econômica e hídrica. Todavia, devem ser aperfeiçoados, para que possam promover mudanças profundas e duradouras na situação vigente e não apenas atenuação momentânea de um estado de pobreza e dependência perpétua. Os programas sociais têm ajudado a garantir a segurança alimentar e hídrica de muitas famílias sertanejas no período de estiagem, a implementação das tecnologias sociais tem evidenciado que o paradigma da convivência com semiárido é uma realidade palpável.

A situação de pobreza em que se encontram os habitantes da zona rural de Barra de Santana é um agravante socioambiental, deve-se ter o cuidador para não criar uma generalização creditando-se a pobreza uma condição para a degradação do ambiente. Como bem frisou Alier (2007) a exclusão do processo de acumulação de riquezas conduzida por uma minoria não deixa alternativa que não seja utilizar os poucos recursos de que dispõe o pobre para sua sobrevivência tendo como consequência a degradação ambiental.

A susceptibilidade ao processo de desertificação do município de Barra de Santa apresenta alto risco em conformidade com o Índice de Aridez anual encontrado (0,36) para

uma série de dados de 30 anos (1984 a 2014). Os dados evidenciam uma situação preocupante principalmente quando observados os últimos quinze anos da série aparecem valores do  $I_a$  acima da média. Em alguns anos poderá ser evidenciada a ativação do processo de desertificação nas áreas em que a Susceptibilidade Natural a Degradação Ambiental (SNDA) encontra-se Alta e Muito Alta se medidas não forem tomadas pelos poder público em parceria com os agricultores e criadores de gado e caprinos.

O mapeamento das modificações da cobertura vegetal do município ao longo de 28 anos foi possível com a utilização de geotecnologias como SIG's e o Sensoriamento Remoto. A análise da evolução temporal da vegetação ao longo de 28 anos, entre 1987 e 2015, com a utilização de imagens de satélite a partir do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) permitiu espacializar e quantificar as áreas conservadas e as fortemente antropizadas que apresentaram uma redução da vegetação nativa de porte Arbórea densa e Subarbórea densa com uma taxa de desmatamento de 2,8 Km<sup>2</sup>/ano.

A espacialização da SNDA apontou forte relação entre a vegetação, o tipo de solo, o relevo e os diversos tipos de usos das terras a partir da sobreposição dos mapas de erodibilidade, vegetação e declividade com a utilização da Lógica Fuzzy. Os resultados apontaram um aumento das áreas com susceptibilidade a degradação Muito Alta e Alta, esse panorama confirma a transformação da paisagem ao longo do tempo.

Este resultado também reflete o papel das atividades econômicas desenvolvidas nesse espaço, reflexo do modelo de ocupação da região do Cariri paraibano, inicialmente com a criação de gado bovino e agricultura de subsistência, posteriormente com a implantação de políticas de reflorestamento e o extrativismo vegetal para abastecer os polos gesseiros e as pequenas indústrias de cerâmica da região.

As visitas a campo foram necessárias para observar o estado da vegetação e estabelecer os intervalos entre os valores do SAVI para definição das classes de cobertura vegetal de acordo com o porte e a densidade. Os mapas gerados podem auxiliar na elaboração de políticas públicas e na tomada de decisões dos governantes no tocante a conservação de áreas de proteção ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Urge um esforço conjunto do governo, população e técnicos no sentido de tomarem-se medidas para reverter o quadro de degradação ambiental da região, sob pena de grave aumento da vulnerabilidade econômica e social da população local e a desertificação da região em poucos anos, caso considerarmos os efeitos deletérios das mudanças climáticas sobre a climatologia da região.

## 8 - REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O Domínio Morfoclimático das caatingas brasileiras. São Paulo: IG/IGEUG. **Geomorfologia**, São Paulo, nº 19. São Paulo, 1974.

ABREU, Capistrano de. 1853-1924 **Capítulos de história colonial: 1500-1800**. Brasília: Conselho Editorial do Senado Federal, 1998.

ACCIOLY, L.J.O et al. Avaliação de alvos em áreas sob desertificação no semiárido paraibano com base nos sensores Hyperion e LANDSAT7 ETM+. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Abril, 2005.

AGENDA 21 - **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento** (1992: Rio de Janeiro). Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996. 585 p.

ALIER, Joan Martínez. **O Ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007. 379 p.

ALVES, J.J.A. **Caatinga do Cariri Paraibano**. *Geonomos* 17: 19-25, 2009.

ANDRADE, Karina S. Degradação ambiental e risco a desastre desertificação nos municípios de Serra Branca e Coxixola (cariri paraibano) e Mirandela (Portugal): uma análise comparativa. Tese (**Doutorado em Engenharia Agrícola**). Campina Grande, 2008.

ANDRADE, Wilson (Org.). **O sisal do Brasil**. Salvador: SINDIFIBRAS; Brasília: APEX-Brasil, 2006.

ANDRADE-LIMA, D. A. The caatinga dominium. In.: **Rev. Bras. Bot.** Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.

ANDRADE, M. C.; ANDRADE, S. M. C. **A federação brasileira: uma análise geopolítica e geo-social**. 2 ed. São Paulo. Contexto, 2003.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

ANDRIGHETTI, Yná. **Nordeste: mito e realidade**. São Paulo: Moderna, 1998. 175p.

ARAÚJO, A. E. de. Construção Social dos Riscos e Degradação Ambiental: Município de Souza, um estudo de caso. 2002. 122p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) – UFCG.Campina Grande, 2002.

ARAÚJO, Gustavo H. S. (*et al*). **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Bertrand Brasil: 2005, 320 p.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA - CNPC, 1997. 19p. (EMBRAPA - CNPC. Circular técnica, 13).

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. Recife – PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013, págs. 125 e 126.

BARBOSA, M. P. Territórios de insustentabilidade face ao processo de desertificação no semiárido brasileiro. In: **Costurando com fios invisíveis: a fragmentação do território**. Org. Vitória Régia Fernandes Gehlen e Pilar Carolina Villar Lainé. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 367, 2012.

BARBOSA, M .R. V. (*et al.*). Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecol. Bras.**, 11 (3): 313-322, 2007.

BECERRIL-PIÑA, R. (*et al.*). Assessing desertification risk in the semi-arid highlands of central Mexico. **Journal of Arid Environments**, 2015.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

BLAIN, G. C; BRUNINI, O.; 2005. Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo. **Bragantia [online]**. vol.64, n.4, pp. 695-705.

BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIS, Ian; WISNER, Ben. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. 1. ed. Colômbia: **LA RED/ITDG**, 1996. 374p.

BRASIL. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/SUDENE, 1972.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 20 de agosto de 2015.

BRASIL. Lei nº 6938/1981, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 02 de setembro de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)> Acesso em: 01 nov. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura. I. **Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II - Interpretação para o Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. MA/CONTAP/USAID/BRASIL. (Boletim MA-EPFS, no. 15 - Pedologia, no. 8). Rio de Janeiro. 1972. 683p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Programa Água para Todos. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/agua-para-todos>> Acesso em 18/01/2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. dos recursos Hídricos e da Amazônia Legal; 1997. Projeto BRA 93/036 – Elaboração de uma Estratégia e do Plano nacional de Combate à Desertificação. Brasília.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SANTANA, M. O. (Org). **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA, 2007.



BRASIL. Documento Agenda 21. Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>> Acessado em: 05 out. 2014.

BROAD, R. The poor and the environment: friends or foes? *World Development*, v. 22, n. 6, p. 811-22, 1994.

CALVO GARCÍA-TORNEL, F. C. "La geografía de los riesgos". **Geocritica: Cuadernos Críticos de Geografía Humana**, Barcelona, ano IX, n.54, nov. 1984.

CÂMARA, G. (*et al.*). SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE, São José dos Campos, 2001, 345p.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estud. av.** [online] vol.28, n.82, 2014.

CANDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.6, n.2, p. 368-371, 2002.

CAVALCANTI, Clóvis. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos avançados**, 2012.

CAVALCANTI, E.P. e SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

CARVALHO, Maria G. R. F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. João Pessoa: Editora da UFPB, 1982.

CASTILHO, Auriluce Pereira; BORGES, Nara Rúbia Martins; PEREIRA, Vânia Tanús. **Manual de metodologia científica do ILES Itumbiara/GO**. Itumbiara: ILES/ULBRA, 2011.

CERRI, L. E. S.; AMARAL C. P. Riscos Geológicos. *In*: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1998.

CHAMBERS, Roberto. Vulnerability, Coping and Policy (Editorial Introduction). **IDS Bulletin**, Volume 37, Number 4, September 2006.

CHANDER, G.; MARKHAM, B.L.; HELDER, D.L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, v.113, n. 5, p. 893-903, 2009.

CHAVES, Iêde B. (*et al*). Uma classificação morfo-estrutural para descrição e avaliação da biomassa da vegetação da caatinga. **Caatinga (Mossoró, Brasil)**, v.21, n.2, p.204-213, abril/junho, 2008.

COLE, M. M. Cerrado, caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. **Geographical Journal**, 1960. 126: 168-179.

COSTA, Thomaz C.; CASTRO, et al. Interação de fatores biofísicos e antrópicos com a diversidade forística na indicação de áreas para conservação do bioma caatinga. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, Vol. 21 nº 1, Abr. 2009, p. 19-37.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, E. S. B.(Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 337-379.

DEAN, W. **A Ferro e a Fogo**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEMO, Pedro: Pobreza Política. São Paulo: Cortez; Autores associados,1990.

DENARDIN, J. E. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Piracicaba. Tese (**Doutorado**). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, 1990.

D'ODORICO, Paolo (*et al*). Global desertification: drivers and feedbacks. **Advances in Water Resources**, 2013.

DUQUE, Guimarães. **O Nordeste as lavouras xerófilas**. 4ª ed. Fortaleza: BNB, 2004.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. São Paulo, Martins Fontes, 1996.

ECHEVERRIA, R. G. Elementos estratégicos para la reducción de la pobreza rural en América Latina y el Caribe. Washington: BID, 1998.39p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FARIAS, P. S. C. A saga de duas regiões do fazer: as seletividades e as marginalidades do agreste e do sertão paraibanos nas divisões territoriais internacional e nacional da produção do algodão. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v 2, n. 1, p. 17-36, Jan./Jun., 2012.

FERREIRA, M. C.; GAROFALO, D. F. T.; FERREIRA, M.F.M.; Mapeamento do risco de ravinamento na área de proteção ambiental Fernão Dias, sudeste do Brasil, a partir de lógica de decisão Fuzzy. **Territorium**, Vol. 22, pp.77-86, Coimbra, Portugal, 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.



FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo, Oficina de Textos, 2002.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Modelo de mapeamento da deterioração do Bioma Caatinga da bacia hidrográfica do Rio Taperoá, PB. Tese (**Doutorado em Engenharia Agrícola**) UFCG, Campina Grande, 2013.

GAREIS, M. G. S. (et al). Aspectos Históricos de las sequias en El Nordeste del Brasil Colonial (1530-1822). In: ANCOSTA, V. G. **Historia y desastres en América Latina**. Colombia: LA RED/CIESAS, 1997.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GIULIETTI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L.P. Riqueza de espécies e Caracterização das Fanerógamas do Semiárido Brasileiro. Recife, Associação Plantas do Nordeste, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

GIULIETTI, A. M. (Coord). Vegetação: áreas e ações prioritárias para a conservação da Caatinga. In: SILVA, J.M.C. et al. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

GOMES, U. A. F.; PENA, J. Confrontando a vulnerabilidade e indefensabilidade social: a experiência da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA). **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, 2012.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Contexto, 2006.

GRISA, Catia; SCHNEIDER, Sergio. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e estado no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online], 2014.

GUIMARÃES FILHO, C.; LOPES, P. R. C. Subsídios para a formulação de um programa de convivência com a seca no semiárido brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2001.

GUIMARÃES NETO, Leonardo. Trajetória econômica de uma região periférica. **Estud. av. [online]**. 1997, vol.11, n.29, pp. 37-54.

HAQUE, E.; BRANCO, A. M. Vulnerabilidad y respuestas a desastres: análisis comparativo de estrategias para la mitigación de sequías. **Desastres & Sociedad- LA RED**, año 6, n. 9, p.35-57, ene./dic. 1998.

HUETE, A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sens. Environ.*, v. 25, p. 53-70, 1988.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do Bioma Caatinga 2002 a 2008**. Brasília: Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração Luís Eduardo Magalhães (CID-Ambiental), 2010.

IBGE, 1999. Introdução ao processamento digital de imagens. In.: **Manuais Técnicos em Geociências** n.9. Rio de Janeiro: IBGE, 92 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de maio de 2015.

JENSEN, John R., 1949- **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador)...[et al.].- São José dos Campos, SP : Parênteses, 2009.

JOFFILY, Irineo. **Notas sobre a Parahyba**. Rio de Janeiro: Typographia do Jornal do Commercio, 1892.

KAMOGAWA, Luiz Fernando Ohana. **Crescimento econômico, uso dos recursos naturais e degradação ambiental: Uma aplicação do modelo EKC no Brasil**. In.: Dissertação (stricto sensu), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003. 121 p.

LANDSBERG, H. E. Climatic Aspects of Droughts. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 1982.

LAVELL, Allan. Comunidades Urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica; In: LAVELL, Allan (comp.) **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina**. Colombia: La Red/FLACSO, p. 69-82, 1994.

LIMA, R. C. C. **Avaliação do processo de desertificação no semiárido parabino utilizando geotecnologias**. In.: Dissertação (stricto sensu), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2010.

LUETZELBURG, Phillip Von. **Estudo botânico do Nordeste**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas/IFOCS, v. 2, 1922.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MAGALHÃES, A. et al. The effects of climate variations on agriculture in Northeast Brazil. In: PARRY, M.; CARTER, T.; Konijn, N. (ed.) **The impact of climate variations on agriculture**. v.2. Assessments in semiarid regions. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1988. p.277-304.

MARENGO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, In: Medeiros, S. S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. O.; Paz, V. P. da S. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: INSA. 2011.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA; 2007.

MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v. 8, n. 3, p.517-523, 1987.

MATALLO JR., Heitor. "A desertificação no mundo e no Brasil." In: SCHENKEL, Celso Salatino & MATALLO JR., Heitor. **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 2003.

MATTALO JR, Heitor. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1993.

MENINO, I. B. et al. Diagnóstico dos polos de Esperança e Boqueirão – uso potencial e manejo do solo – análise de vulnerabilidades. EMBRAPA-PB. Documento 51. João Pessoa, 2005.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

MORAES, E. C. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. In: Moraes, E. C.; Ávia, J. (Org.). **Curso de Uso de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente**. São José dos Campos, INPE, 2002. (INPE-8984-PUD/62).

MORAES NETO, J. M. Gestão de riscos a desastres ENOS (EL NINÕ OSCILAÇÃO SUL) no semiárido paraibano: uma análise comparativa. 2003. 175p. Tese (**Doutorado em Recursos Naturais**) Campina Grande: UFCG, 2003.

MOREIRA, Emilia; TARGINO, Ivan. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1996. 280p.

MOREIRA, Emilia; TARGINO, Ivan. Espaço, capital e trabalho no campo paraibano. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 147-160, out. 2011.

MORIN, Edigar. **O Método 6: Ética**. Trad. Juremir M. da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MOURA, C.S. Vulnerabilidades das terras agrícolas, degradação ambiental e riscos a desastres ENOS no município de Sumé, PB. (**Dissertação de mestrado**) Campina Grande, UFCG/CCT. 2002.155p.

NANTES, Martin de. **Relação de uma missão no rio São Francisco**. Tradução e comentários: Barbosa Lima Sobrinho. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, Coleção Brasileira, 1979.

NARAYAN, D. **Voices of the poor - Can anyone hear us?** Washington, D.C.: The World Bank, Oxford University Press, 2000.

NOVO, Evelyn M. L. M.; Ponzoni, PONZONI, Flávio Jorge. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 2001.

OLIVEIRA, Paulo E. (*et al.*). Paleoclimas da caatinga brasileira durante o quaternário tardio. In: Ismar de Souza Carvalho; Maria Judite Garcia, Cecília Cunha Lana, Oscar Strohschoen Jr.. (Org.). **Paleontologia: Cenários de Vida - Paleoclimas**. 1ed. v. 5 Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

OLIVEIRA, T. H. (*et al*). Avaliação da Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com Imagens do Satélite Landsat 5. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009.

ORTEGA GAUCIN, David. **Sequía en Nuevo León: Vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación**. Instituto del Agua Estado de Nuevo León. 222p, 2012.

PAE-PB. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAE-PB/IICA**; SCIENTEC – João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 2011.

PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba; **Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba**. PERH-PB - Plano Estadual de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2006.

PATRÍCIO, M. C. M. O processo de degradação ambiental e seus efeitos socioeconômicos em Cabaceiras-PB. (**Dissertação Mestrado em Recursos Naturais**), Campina Grande-PB, 2013.

PAULA, E.M.S; SOUZA, M.J.N. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Instituto de Pesquisas Espaciais / INPE, 2007, p. 2979-2984.

PIRES, Flávia F.; JARDIM, George A. S. Geração bolsa família escolarização, trabalho infantil e consumo na casa sertaneja (Catingueira/PB). **Rev. bras. Ci. Soc.** [online], 2014.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>> Acesso em: 20 de set/2015.

PONZONI, F.J. Comportamento Espectral da Vegetação. In: MENESES, P.R.; MADEIRA NETO, J.S., (Eds). **Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais**. Brasília: UNB/EMBRAPA, 2001.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. p.144. São José dos Campos - SP: Editora Parêntese, 2009.

PRADO, Darién E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo.; SILVA, José Maria Cardoso da. (Edts.). **Ecologia e conservação da caatinga**. 2ª ed. Recife: Editora da UFPE, 2003, p. 3-73.

REARDON, T.; VOSTI, S. "Links between rural poverty and the environment in developing countries: asset categories and investment poverty". **World Development**, v. 23, n. 9, p. 1495-1506, 1995.

REYNOLDS, James F. et al. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development. **Science**, 2007.

RIEGELHAUPT, Enrique Mario.; FERREIRA, Leonardo Alves. Estudo dos produtos florestais no setor domiciliar do estado da Paraíba. In: **Atualização do diagnóstico florestal do estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004, p. 167-190.

RIEGELHAUPT, Enrique Mario; PAREYN, Frans Germain Cornnel. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, Maria Auxiliadora. ET al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p. 65-75.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro, 1997.

RODAL, Maria J. N.; SAMPAIO, Everardo V. Sá B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, Everardo Valadares Sá Barreto. et al. (Eds.). **Vegetação e flora na caatinga**. Recife: PNE/CNIP, 2002.

ROUSE, J.W. (et al.). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth resources technology satellite symposium, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: NASA, 1973. v.1, p.309-317.

RUFINO, Iana A. A.; MULLIGAN, Kevin. Dados espaciais globais e análises regionais: geotecnologias no estudo de mudanças no semiárido. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** – Bento Gonçalves – RS, 2013.

SAMPAIO, E. V. S. B.. Caracterização do Bioma Caatinga: características e potencialidades. In: GARIGLIO, Maria Auxiliadora. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

SAMPAIO, E.V.S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. In: Sales VC (Ed.). **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 2003.

RAYNAUT, C. Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos. In: PHILIPPI JR., A. et al. **Interdisciplinaridade em ciência & inovação**. Barueri, SP: Manole, 2011.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, B.S. **Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade**. São Paulo: Cortez, 4. ed, 1997, 348p.

SANTOS, Celso A. G.(*et al.*). Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.1, n.1, p. 1-152, 2007.

SANTOS, Milton. A questão do meio ambiente: desafios para a construção de uma perspectiva transdisciplinar. **Anales de Geografía de La Universidad Complutense** n.15, Madrid: Servicio de Publicaciones Universidad Complutense, 1995, p.695-705.

\_\_\_\_\_ 1992: a redescoberta da Natureza. **Estudos Avançados**, 1992.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SENA, A.; BARCELLOS, C.; FREITAS, C.; CORVALAN, C. Managing the health impacts of drought in Brazil. *International Journal. Environ. Research and Public Health*, 2014.

SIDRA/IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: [www.sida.ibge.gov.br](http://www.sida.ibge.gov.br) Acesso em: 10 de julho de 2015.

SILVA, Roberto M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, nº 3, jul-set. 2007.

\_\_\_\_\_ Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez. 2003.

SILVA, Rubicleis G., RIBEIRO, Claudiney G.. Análise da Degradação Ambiental na Amazônia Ocidental: um Estudo de Caso dos Municípios do Acre. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, vol.42 no.1 Brasília Jan./Mar. 2004.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas: conceitos e fundamentos**. Campina, SP: Editora Unicamp, 2003. 236 p.

SILVA, Anieres B. Relações de poder, fragmentação e gestão do território: um olhar sobre o Cariri paraibano. Tese (**Doutorado em Ciências Sociais**) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SILVA, V. de P. R. (*et al.*). Desenvolvimento de um sistema de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.547-553, 2005.

SIMONSEN, Roberto C. **História econômica do Brasil: 1500-1820**. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2005.

SOARES, D. B.; MOTA FILHO, F. O.; NÓBREGA, R. S. Sobre o Processo de Desertificação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2011.

SOUSA, Ridelson F. Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano. Campina Grande, 2007. 180f. Tese (**Doutorado em Engenharia Agrícola**) Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

SOUZA, Celina. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias** - Porto Alegre, 2006.

SOUZA, Bartolomeu I. Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação. In: Tese, UFRGS/PPGEO, Porto Alegre-RS, 2008.

\_\_\_\_\_Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. In.: **Revista Mercator**, Vol. 8, No 16, 2009.

SOUZA, André Portela. Por uma política de metas de redução da pobreza. **São Paulo Perspec.** [online] vol.18, n.4, 2004.

TRAVASSOS, Ibrahim Soares. "Florestas brancas" do semiárido nordestino: desmatamento e desertificação no cariri paraibano. (Dissertação de Mestrado) João Pessoa, 2012.148p.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.

UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations plan of action to combat desertification**. Nairóbi, UNEP, 1991.

WAQUIL, Paulo D. (et al). Pobreza Rural e Degradação Ambiental: uma Refutação da Hipótese do Círculo Vicioso. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, vol.42 no.2 Brasília Apr./June, 2004.

WILCHES-CHAUX, Gustavo La vulnerabilidad global. In: MASKREY, Andrew (comp.). Los desastres no son naturales. Colombia: **LA RED/ITDG**, oct. 1993.

VALIENTE, Marcos O. Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. Investigaciones Geográficas. **Alicante**, n.26, 2001.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para Identificação de Processos de Desertificação: Manual de Indicadores**. Recife: SUDENE, 1978.

VILLA, Marco Antonio. **Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX**. São Paulo: Ática, 2000, 269p.

TUAN, Yi-Fu. Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: DIFEL, 1980.

## APÊNDICE I

Foto	Ponto	Altitude	Vegetação	Solo	Relevo	Lat.	Long.
1	P1	389	Caatinga Subarbustiva rala	Planossolo	Suave ondulado	07° 31' 40.6" S	035° 56' 59.9" W
6 a 7	P2	390	Caatinga Subarbustiva rala	Planossolo	Suave ondulado	07° 31' 40,7" S	035° 56' 59.1" W
8 a 11	P3	408	Caatinga Subarbustiva muito rala	Planossolo	Plano/Suave ondulado	07° 32' 23.6" S	035° 55' 18.1" W
12 a 17	P4	394	Caatinga Arbustiva aberta	Planossolo	Ondulado	07° 32' 59.2" S	035° 55' 01.0" W
18 a 20	P5	459	Caatinga Arbustiva aberta	Planossolo	Ondulado	07° 34' 24.8" S	035° 54' 36.2" W
21 e 22	P6	414	Caatinga Arbustiva aberta	Planossolo	Ondulado/Forte e ondulado	07 35' 45.9" S	035 55' 06.3" W
23	P7	381	Caatinga o Subararbórea densa	Planossolo	Ondulado/Suave ondulado	07° 36' 07.0" S	035° 55' 13.8" W
24 a 31	P8	392	Caatinga Subarbustiva muito rala	Planossolo	Ondulado/Suave ondulado	07° 36' 27.1" S	035° 54' 44.6" W
32	P9	422	Caatinga Subarbustiva muito rala	Planossolo	Ondulado/Suave ondulado	07° 36' 31.8" S	035° 54' 24.7" W
33 e 34	P10	367	Distrito de Mororó	Neossolo Regolítico	Forte ondulado / Ondulado	07° 38' 19.9" S	035° 54' 20.2" W
35	P11	360	Caatinga Subarbustiva muito rala	Neossolo Regolítico	Ondulado/Suave ondulado	07° 38' 03.1" S	035° 53' 11.5" W
36 a 39	P12	356	Caatinga Subararbórea densa	Neossolo Regolítico	Suave Ondulado	07° 38' 08.5" S	035° 52' 59.4" W
40 a 43	P13	343	Caatinga Subarbustiva muito rala	Neossolo Regolítico	Suave ondulado / Ondulado	07° 38' 14.4" S	035° 52' 19.9" W
44 e 45	P14	363	Caatinga Subarbustiva muito rala	Neossolo Regolítico	Suave Ondulado	07° 37' 55.3" S	035° 52' 56.0" W
46	P15	503	Caatinga Subararbórea densa	Neossolo Regolítico	Suave Ondulado	07° 37' 27.3" S	035° 53' 16.4" W
47	P16	412	Caatinga Arbustiva aberta	Neossolo Regolítico	Plano/Suave Ondulado	07° 33' 6.9" S	036° 4' 14.8" W
48	P17	421	Caatinga Subarbustiva rala	Neossolo Regolítico	Moderadamente Ondulado/Suave Ondulado	07° 33' 9.4" S	036° 3' 3.9" W
49	P18	419	Caatinga Subarbustiva rala	Neossolo Regolítico	Moderadamente e Ondulado	07° 32' 52.6" S	036° 1' 41.7" W
50	P19	421	Caatinga Arbustiva aberta	Neossolo Regolítico	Moderadamente e Ondulado	7°32'52.60" S	36° 1'41.70" W
51	P20	424	Caatinga arbórea densa	Neossolo Regolítico	Plano/Suave Ondulado	7°32'51.40" S	36° 1'12.50" W
52	P21	339	Mata ciliar (Algaroba)	Neossolo Regolítico	Suave Ondulado	07° 31' 41.5" S	035° 59' 53.4" W



## APÊNDICE II

### Questionário Diagnóstico Sócioeconômico e Ambiental Barra de Santana-PB

Dados de identificação

Número do questionário:

Localidade:

Nome do produtor:

Propriedade: Própria ( ) Arrendada ( ) Empregado ( ) Morador ( )

#### **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 \_\_\_
- 2.10. Geladeira: tem \_\_\_ não tem \_\_\_
- 2.11. Televisão tem \_\_\_ não tem \_\_\_ Antena Parabólica: Sim \_\_\_ Não: \_\_\_\_\_
- 2.12. Vídeo cassete tem \_\_\_ não tem \_\_\_
- 2.13. Rádio: tem \_\_\_ não tem \_\_\_
- 2.14. Periódicos: tem \_\_\_ não tem \_\_\_ Qual (is) \_\_\_\_\_

##### **c) Variável Consumo de Alimentos**

- 3.1. Consumo de leite em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.2. Consumo de carne bovina em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.3. Consumo de carne caprina/ovina em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.4. Consumo de carne de porco em dias da semana \_\_\_\_\_

- 3.5. Consumo de legumes em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.6. Consumo de verduras em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.7. Consumo de frutas em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.8. Consumo de batata-doce em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.9. Consumo de ovos em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.10. Consumo de café em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.11. Consumo de massas em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.12. Consumo de feijão em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.13. Consumo de aves (guiné, galinha, peru, pato) em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.14. Consumo de peixe em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.15. Consumo de caça em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.16. Consumo de derivados do milho (cuscuz, angu, polenta, mugunzá) em dias da semana \_\_\_\_\_
- 3.17. Consumo de farinha de mandioca em dias da semana \_\_\_\_\_

**d) Variável Participação em Organização Sindical**

- 4.1. Pertence sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ qual \_\_\_\_\_

**e) Variável Salubridade Rural**

- 5.1. Infestação de nematóides: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_
- 5.2. Infestação de cupins: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_
- 5.3. Infestação de formigas: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_
- 5.4. Infestação de doenças vegetais: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_
- 5.5. Infestação de vermes/carrapato nos animais: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_
- 5.6. Infestação de mosca do chifre: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_
- 5.7. Infestação de doenças nos animais: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_
- 5.8. Surtos de febre aftosa sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_
- 5.9. Infestação de doenças nas pessoas: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_
- 5.10. Infestação de piolhos/fungos nas pessoas: inexistente \_\_\_\_\_ baixa \_\_\_\_\_ média \_\_\_\_\_ alta \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_
- 5.11. Combate às pragas domésticas sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ qual (is) \_\_\_\_\_
- Infestação por cólera: sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ quantas pessoas infectadas \_\_\_\_\_ mortes  
sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ Quando (em que período?) \_\_\_\_\_
- Infestação por dengue: sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ quantas pessoas infectadas \_\_\_\_\_ mortes  
Sim \_\_\_\_\_ não \_\_\_\_\_ Quando (em que período?) \_\_\_\_\_

**Fator Vulnerabilidade Econômica**

**a) Variável Produção Vegetal**

- 6.1. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.2. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.3. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.4. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.5. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.6. Cultivo \_\_\_\_\_ produção (Kg) \_\_\_\_\_ área (ha) \_\_\_\_\_
- 6.7. Área de pastejo: não tem \_\_\_\_\_ abandonada \_\_\_\_\_ conservada \_\_\_\_\_
- 6.8. Florestamento/mata nativa não tem \_\_\_\_\_ <25% da área \_\_\_\_\_ 25% da área \_\_\_\_\_ > 25% da

<p>área _____</p> <p><b>b) Variável Animais de Trabalho</b></p> <p>7.1. Bois: tem ___ não tem ___</p> <p>7.2. Cavalos: tem ___ não tem ___</p> <p>7.3. Muares: tem ___ não tem ___</p> <p>7.4. Jumentos: tem ___ não tem ___</p>
<p><b>c) Variável Animais de Produção</b></p> <p>8.1. Garrotes: tem _____ não tem ___</p> <p>8.2. Vacas: tem _____ não tem ___</p> <p>8.3. Aves: tem _____ não tem ___</p> <p>8.4. Bodes / carneiros: tem _____ não tem ___</p> <p>8.5. Ovelhas: tem _____ não tem ___</p> <p>8.6. Cabras: tem _____ não tem ___</p> <p>8.7. Porcos: tem _____ não tem ___</p> <p>8.8. Peixes: tem _____ não tem ___</p> <p>8.9. Os animais são alimentados apenas com o que é produzido na propriedade. Sim _____ Não _____</p> <p>8.10. Os animais são submetidos a pastagem extensiva na caatinga. Sim _____ Não _____.</p>
<p><b>d) Variável Verticalização</b></p> <p>9.1 Matéria prima processada/melhorada na propriedade qual _____ fonte _____</p> <p>9.2 Matéria prima processada/melhorada na propriedade qual _____ fonte _____</p> <p>9.3 Matéria prima processada/melhorada na propriedade qual _____ fonte _____</p>
<p><b>e) Variável Comercialização, Crédito e Rendimento</b></p> <p>10.1 Venda da produção agrícola: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__</p> <p>10.2 Venda da produção pecuária: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__</p> <p>10.3 Venda da produção verticalizada: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__</p> <p>10.4 Fonte principal de crédito: não tem__ agiota__ banco particular__ cooperativa__ banco oficial__</p> <p>10.5 Renda bruta aproximada da propriedade por ano(R\$)_____</p> <p>10.6 Outras rendas(R\$) _____ Qual _____</p> <p>10.7 Renda total(R\$) _____</p>

### **Fator Vulnerabilidade Tecnológica**

<p><b>a) Variável Tecnologia</b></p> <p>11.1 Área da propriedade. (ha): &lt;50 (aproveitamento de até 50%)__ &lt;50 (aproveitamento &gt;50%)__ 51-100 (aproveitamento de até 50%)__ 51-100 (aproveitamento &gt;50%)__ 101-200 (aproveitamento de até 50%)__ 101-200 (aproveitamento &gt;50%)__</p> <p>11.2 Tipo de posse: proprietário__ arrendatário__ meeiro__ ocupante__</p> <p>11.3 Uso de Biocidas (veneno caseiro): regular__ ocasional__ não usa__ controle biológico__</p>
--

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  
 particulares\_\_ sozinho\_\_ não faz\_\_  
 quais\_\_\_\_\_

11.13 Sabe executar obras de contenção: sim\_\_ quais\_\_\_\_\_

não\_\_

**b) Variável Máquinas e Verticalização**

12.1 Possui máquinas agrícolas e/ou implementos: nenhum\_\_ alguns\_\_ principais\_\_ todos\_\_  
 12.2 Possui equipamentos adequados para transformação de matéria prima: sim\_\_ não\_\_

**Fator Vulnerabilidade às Secas**

**a) Variável Recursos Hídricos**

13.1 Armazenamento de água: não faz\_\_ caixa d'água\_\_ cisternas\_\_ barreiros\_\_ açudes (2  
 anos sem secar)\_\_ açudes (+ de 2 anos sem secar)\_\_ outras opções de  
 armazenamento\_\_\_\_\_

13.2 Água armazenada seca nas pequenas estiagens: sim\_\_ não\_\_

13.3 Captação de água das chuvas (telhado): não faz\_\_ faz\_\_

13.4 Fonte de água: não possui\_\_ cacimba\_\_ poço amazonas\_\_ poço tubular\_\_  
 outras\_\_\_\_\_

13.5 Fonte de água seca nas pequenas estiagens: sim\_\_ não\_\_

13.6 Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes: temporária\_\_ permanente\_\_

13.7 Água das fontes permite abastecimento humano todo o ano: sim\_\_ não\_\_

13.8 Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano: sim\_\_ não\_\_

13.9 Água das fontes permite irrigação todo o ano: sim\_\_ não\_\_

13.10 Forma de abastecimento domiciliar: lata\_\_ animais\_\_ carros pipas\_\_ encanada\_\_

13.11 Racionamento: não faz\_\_ faz durante as estiagens\_\_ faz permanentemente\_\_

13.12 Aproveitamento das águas residuais: não\_\_ sim\_\_  
 como\_\_\_\_\_

13.13 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar: sim\_\_ não\_\_  
 qual\_\_\_\_\_

**b) Variável Produção**

14.1 Orientação técnica para as secas: tem\_\_ não tem \_\_\_\_\_

14.2 Pecuária: não explora\_\_ explora raças não adaptadas\_\_\_\_\_ explora raças  
 adaptadas\_\_\_\_\_

14.3 Agricultura de sequeiro: não faz__ faz sempre__ faz com chuvas suficientes__
14.4 Cultivo de vazantes: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies_____
14.5 Irrigação: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies_____ Método_____
<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 4 <sup>a</sup> série__ da 5 <sup>a</sup> à 8 <sup>a</sup> 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_____
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)

---



---



---

Sugestões para a problemática “seca”

---



---



---

### **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 \_\_

### **Observações.**

---



---



---



---

**Nome do agente comunitário:** \_\_\_\_\_

**Local da entrevista:** \_\_\_\_\_

**Data da entrevista:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**APÊNDICE III**  
**Questionário**  
**Participação em Programas sociais**  
**Barra de Santana-PB**

Dados de identificação  
Número do questionário:  
Localidade:  
Nome do produtor:

**1. Participa do Programa Bolsa Família? Não\_\_\_\_\_ Sim\_\_\_\_\_ desde quando\_\_\_\_\_**

- a) Após ser cadastrado e durante a participação no programa o que foi adquirido?
- b) Essa aquisição tem/teve importância real para a família?
- c) Esse programa é/foi importante para a economia da família?
- d) Em caso de corte ou finalização do programa os efeitos desse programa perduram/perduraram?
- e) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**2. Participa do Programa Água para todos? Não\_\_\_\_\_ Sim\_\_\_\_\_ desde quando\_\_\_\_\_**

- a) Quais os benefícios que esse programa proporciona para sua família?
- b) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**3. Participa do Programa Bolsa Estiagem? Não\_\_\_\_\_ Sim\_\_\_\_\_ desde quando\_\_\_\_\_**

- a) Quais os benefícios que esse programa proporciona/proporcionou para sua família?
- b) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**4. Participa do Programa Garantia-Safra? Não\_\_\_\_\_ Sim\_\_\_\_\_ desde quando\_\_\_\_\_**

- a) Você acha importante participar desse programa? Por quê?

- b) Quais os benefícios que esse programa proporciona para sua família?
- c) Esse programa ajuda a evitar o abandono da propriedade em períodos de prejuízo na lavoura por causa da seca?
- d) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**5. Participa do Programa Microcrédito Rural (Pronaf Grupo B)? Não\_\_\_\_\_**  
**Sim\_\_\_\_\_desde quando\_\_\_\_\_**

- a) O que foi adquirido durante a vigência desse programa?
- b) Esse programa é/foi importante para a economia da família?
- c) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**6. Participa do Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais? Não\_\_\_\_\_**  
**Sim\_\_\_\_\_desde quando\_\_\_\_\_**

- a) Você acha importante participar desse programa? Por quê?
- b) Quais os benefícios que esse programa proporciona para sua família?
- c) Qual a sua sugestão para que esse programa seja melhorado?

**7. Antes da adesão aos programas sociais quais as formas de obtenção de renda da família na propriedade rural?**

**8. Com a adesão aos programas sociais houve diminuição da utilização dos recursos naturais da propriedade para geração de renda? (Por exemplo, retirada da vegetação para comercialização; arrendamento da terra para plantio ou pastagem).**

**9. Qual a sugestão para criação de um programa social que possa mudar a sua situação de forma mais permanente?**

**Observações.**

---

---

**Nome do agente comunitário:** \_\_\_\_\_

**Local da entrevista:** \_\_\_\_\_

**Data da entrevista:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## APÊNDICE IV

### Valores de referência do diagnóstico socioeconômico e ambiental

Os pesos de referência para o cálculo dos níveis de Vulnerabilidade (social, econômica, tecnológica e hídrica) encontram-se nos quadros abaixo. Todas as variáveis presentes nos questionários possuem um valor atribuído a cada item com um peso específico (códigos de 1 a 2, 1 a 6, 1 a 8, etc), variando de acordo com o número de itens a ela associados e crescente com a piora da situação, ou seja, o valor maior do código representou a maior vulnerabilidade, o valor menor do código representou a menor vulnerabilidade.

<b>Fator Vulnerabilidade Social</b>																
<b>a) Variável demografia</b>																
Item	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código	Opção	Código
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>b) Variável habitação</b>																
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												
<b>c) Variável consumo de alimentos</b>																
3.1	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		





13.4	Não possui	04	Cacimba	03	Poço Amazonas	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>b) Variável produção</b>																	
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											
<b>c) Variável manejo da Caatinga</b>																	
15.1	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01											
<b>d) Variável exploração de espécies nativas</b>																	
16.1	Não faz	03	Faz s/ rep.	02	Faz c/ rep.	01											
<b>e) Variável armazenamento</b>																	
17.1	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01											
17.2	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01											
<b>f) Variável redução do rebanho</b>																	
18.1	Não faz	03	Durante	02	Faz antes	01											
<b>g) Variável observação das previsões de chuvas</b>																	
19.1	Não faz	03	Experiência	02	Instituições	01											
<b>h) Variável ocupação nas estiagens</b>																	
20.1	Abandona	04	Frentes	03	Prest. Serv.	02	Se mantém	01									
<b>i) Variável educação</b>																	
21.1	Não possui	02	Possui	01													
21.2	Não possui	02	Possui	01													
<b>j) Variável administração rural</b>																	
22.1	Não faz	03	Empiric.	02	Acompanham.	01											
22.2	Não	02	Sim	01													
22.3	Não	03	Excedente.	02	Comercializa	01											
22.4	Exclusiva	02	Outras	01													
Variável histórico das secas																	
23.1*	Sim	02	Não	01													
Variável residência																	
24.1*	< 10 anos	03	11-20 anos	02	> 21	01											

\*Modificado pelo autor desta pesquisa.