



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL**

**– MESTRADO –**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE  
VULNERABILIDADE À SECA NA REGIÃO SEMIÁRIDA  
BRASILEIRA**

*Por*

***ELIAMIN ELDAN QUEIROZ ROSENDO***

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba  
para obtenção do grau de Mestre*

**João Pessoa – Paraíba**

**Março 2014**



*Universidade Federal da Paraíba*

*Centro de Tecnologia*

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL**

**– MESTRADO –**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE  
VULNERABILIDADE À SECA NA REGIÃO SEMIÁRIDA  
BRASILEIRA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre

**ELIAMIN ELDAN QUEIROZ ROSENDO**

**Orientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira**

**Coorientador: Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva**

**João Pessoa – Paraíba**

**Março 2014**

R813d Rosendo, Eliamin Eldan Queiroz.

Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida brasileira / Eliamin Eldan Queiroz Rosendo.-- João Pessoa, 2014.

137f. : il.

Orientador: Hamilcar José Almeida Filgueira

Coorientador: Tarciso Cabral da Silva

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT

1. Engenharia urbana e ambiental. 2. Seca – vulnerabilidade. 3. Indicadores de exposição. 4. Sensibilidade. 5. Capacidade adaptativa – semiárido brasileiro.


UFPB/BC

CDU: 62:711(043)

**"DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE À SECA NA  
REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA"**

**ELIAMIN ELDAN QUEIROZ ROSENDO**  
Dissertação aprovada em 31 de março de 2014

Período Letivo: 2013.2

  
Prof. Dr. HAMILCAR JOSÉ ALMEIDA FILGUEIRA  
Orientador

  
Prof. Dr. TARCISO CABRAL DA SILVA  
Coorientador

  
Prof. Dr. BARTOLOMEU ISRAEL DE SOUZA - UFPB  
Examinador Externo

  
Prof. Dr. LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA - UFRN  
Examinador Externo

João Pessoa/PB  
2014



Aos meus queridos pais e irmão, que  
sempre acreditaram no meu potencial e  
me incentivaram até os dias de hoje...

Dedico!!!

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus e a minha Digníssima Mãe Rainha pela inspiração, intercessão, ensinamentos e livramentos, que fizeram com que eu pudesse chegar ao fim desta mais nova conquista e por sempre serem minha fortaleza e o meu refugio nos momentos mais difíceis.

A todos os meus familiares em especial meus pais (Raminha e Eli) que sempre me incentivaram nos momentos mais difíceis, fazendo com que eu não desanimasse frente às tribulações e obstáculos. Aos meus avós paternos José Rosendo e Maria Helena, vencedores das dificuldades impostas pelo semiárido paraibano, e pelas histórias por eles contadas, de onde pude tirar muito das minhas inspirações e intensões, para compor este trabalho.

A todos os amigos que ajudaram de maneira indireta na realização deste trabalho, em especial aos meus irmãos de Ordem Demolay, pela compreensão das muitas ausências, devido ao tempo dedicado a realização deste trabalho, e aos ensinamentos de vida por todos eles passados, através desta tão grandiosa Ordem.

A todos que fazem e fizeram parte do Núcleo de Estudo e Ações em Urgências e Desastres (NEUD/UFPB), em especial aos funcionários Denílson Gomes e João Batista, núcleo este, onde tive a oportunidade ímpar de ser estagiário e comecei a ter uma visão real da importância da Gestão de Riscos e Desastres (GRD), passando por experiências que enriqueceram minha formação acadêmica, social e principalmente humana.

Ao professor e antes de tudo amigo Dr. Hamilcar José de Almeida Filgueira, pela orientação em mais um trabalho, inspiração de homem íntegro e responsável com suas atribuições acadêmicas e familiares, pelos conselhos acadêmicos e de cunho pessoal, por ele prestados e pela constante confiança em mim depositada.

Ao professor Dr. Tarciso Cabral da Silva, por sua coorientação neste trabalho, pessoa que eu pude conhecer no mestrado e que muito me ajudou no enriquecimento neste trabalho.

A todos os professores, funcionários e alunos que fazem parte do Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental - LARHENA e do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS, ambos da UFPB, pela troca de conhecimentos e disponibilização de equipamentos e materiais. Aos amigos do Centro de Tecnologia/UFPB: Alizi Costa, André Lucena, Andréa Cavalcanti, Aline Carolina, Eudes Bomfim, Erika Alves, Roselane Melo, Jaqueline Vígolo, Franklin Linhares, Amanda Farias e

Marcella Medeiros, pelos momentos de estudos e de descontração vividos durante estes dois anos de pesquisa.

Aos companheiros de pesquisa, Diego Amorim e Emanuela Falcão, que muito enriqueceram meu trabalho com sua ajuda em campos e pesquisas sobre o tema aqui apresentado.

Ao bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) Marcelo Henriques, amigo e companheiro de trabalho, com quem pude compartilhar medos, indecisões e confissões e que muito me ajudou na escolha dos rumos desta pesquisa, na procura incessante por dados, métodos e formas para que pudessemos atingir nosso objetivo.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação- PRPG, pela disponibilização de ajuda de custo para realização dos trabalhos de campo nos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

Ao professor e amigo do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba, Prof. Dr. Batolomeu Israel de Souza, pela constante ajuda nos trabalhos por mim realizados até a presente data, pela confiança depositada em minha pessoa, mesmo quando eu não a tinha e por fazer parte da minha banca examinadora.

Ao professor Dr. Ermano Cavalcante Falcão, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus - João Pessoa, por se dispor a participar da banca de qualificação, dando grandes contribuições a este trabalho.

Ao professor Dr. Lutiane Queiroz de Almeida da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por se dispor a participar da banca de examinadora deste trabalho.

Ao Padre Djacy Brasileiro, grande entusiasta na luta do povo do semiárido paraibano e constante denunciante das injustiças ocorridas no interior desse Estado, agradeço pela concessão de várias fotos que ilustraram este trabalho.

A todos os moradores do município de Picuí - PB, à Prefeitura Municipal de Picuí, através da pessoa do Secretário de Agricultura Karcon Oliveira, ao Centro de Educação e Organização Popular – CEOP, na pessoa de Ranieri Ferreira, pessoa que muito contribuiu para a realização desta pesquisa e ao Prof. Msc Thyago Silveira, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba –IFPB Campus - Picuí, pela disponibilização de material, pelas ricas discussões sobre os aspectos do município de Picuí, pelo total apoio concedido e pela hospedagem em sua residência.

A todos os munícipes de Sousa - PB por sua receptibilidade, e em especial à Prefeitura Municipal na pessoa de Jones Oliveira, funcionário da Secretaria de Planejamento, que se

mostrou muito prestativo e atencioso. À Secretaria de Agricultura do Município de Sousa na pessoa do secretário Paulo Sérgio da Silva e ao Departamento de Água, Esgotos e Saneamento Ambiental – DAESA na pessoa de Margella Elias de Oliveira.

Aos munícipes de Sumé - PB, a Prefeitura Municipal de Sumé através da Secretaria de Agricultura especialmente ao funcionário José Romério Soares Brito, pela importante ajuda prestada. À UFCG, Campus Sumé, na pessoa da Professora Dra. Maria Leide Silva de Alencar, pela disponibilidade e receptibilidade por ela nos concedida.

À Federação das Associações de Municípios da Paraíba – FAMUP nas pessoas do Secretário Executivo Anderson Urtiga e do Assessor Técnico, João Bosco Marinho.

À Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, pela disponibilização de dados, em especial ao técnico Alexandre Ferreira, ex-aluno deste mestrado.

À Defesa Civil Estadual da Paraíba, na pessoa de seu Gerente Operacional, Antônio Cavalcanti de Brito. À Secretaria de Desenvolvimento Humano do Estado da Paraíba, na pessoa de Aldo Carneiro e Sérgio Barbosa.

Ao Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, na pessoa da Secretária Regineide Batista Jatobá.

Ao Ministério do Desenvolvimento Social - MDS, ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, ao Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas - IPEA e a Agência Nacional de Águas – ANA, pela disponibilização de dados e elucidação de todas as dúvidas que surgiram durante a execução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro.

## **Vozes da Seca** *(Luiz Gonzaga e Zé Dantas)*

*Seu doutô os nordestino têm muita gratidão  
Pelo auxílio dos sulista nessa seca do sertão  
Mas doutô uma esmola a um homem qui é são  
Ou lhe mata de vergonha ou vicia o cidadão  
É por isso que pidimo proteção a vosmicê  
Home pur nós escuído para as rédias do pudê  
Pois doutô dos vinte estado temos oito sem chovê  
Veja bem, quase a metade do Brasil tá sem cumê  
Dê serviço a nosso povo, encha os rio de barrage  
Dê cumida a preço bom, não esqueça a açudage  
Livre assim nós da ismola, que no fim dessa estiage  
Lhe pagamo inté os juru sem gastar nossa corage  
Se o doutô fizer assim salva o povo do sertão  
Quando um dia a chuva vim, que riqueza pra nação!  
Nunca mais nós pensa em seca, vai dá tudo nesse chão  
Como vê nosso distino mercê tem nas vossa mãos...*

*...há exatamente 61 anos, no ano de 1953, uma grande estiagem atingiu a região nordestina, houve uma mobilização nacional de coleta de roupas e alimentos para socorrer os “irmãos nordestinos”, além das ajudas vindas do Governo Federal, na época Getúlio Vargas, declarou estado de Emergência para toda a região...mas os músicos e compositores Luiz Gonzaga e Zé Dantas não concordavam com este tipo de ação, pois afirmavam que este tipo de ajuda era uma espécie de esmola que mataria o homem são de vergonha, ou o viciaria.*

*Para denunciar e propor outro tipo de ajuda eles compuseram esta música “Vozes da Seca”, que dentro do Congresso Nacional, um deputado em pronunciamento declarou que aquela poesia, valia mais que cem discursos ali já proferidos...*

*Será que ainda hoje essa música retrata uma realidade no Sertão nordestino?*

## **RESUMO**

O Nordeste brasileiro tem sido caracterizado, desde o início de sua história, pelo estigma das secas periódicas. Entretanto, a maioria das pesquisas sobre a temática da seca normalmente são desenvolvidas com o olhar voltado para os aspectos físicos como sua severidade, extensão, periodicidade, negligenciando muitas vezes os aspectos sociais, econômicos, culturais e produtivos da região. Tendo em vista a importância de se analisar os fatores climáticos conjuntamente com estudos das vulnerabilidades existentes na região semiárida brasileira. Este trabalho buscou evidenciar as vulnerabilidades à seca nos municípios de Picuí, Sumé e Sousa, respectivamente situados nas microrregiões do Seridó Oriental, Cariri Ocidental paraibano e Sertão do estado da Paraíba. Isso foi feito por meio de uma adaptação dos indicadores de Bhattacharya e Dass (2007), que versam sobre a vulnerabilidade, e seus fatores de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa, utilizando-se dados dos municípios principalmente do ano de 2010, em órgãos governamentais e não governamentais, na internet em sites oficiais e por meio de trabalhos de campo. Concluiu-se por meio da análise dos resultados que o município de Picuí obteve a maior exposição, com um índice de 0,39043 e pior desempenho à sensibilidade, com o índice de 0,2515. Já em relação ao indicador de Capacidade Adaptativa o município de Sumé foi o que mais se destacou negativamente, obtendo o índice de 0,3155. Em termos gerais o município de Picuí foi o que apresentou maior vulnerabilidade (0,3467), seguido do município de Sumé (0,2973) e do município de Sousa (0,2876). Os Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa mostraram-se como ferramentas úteis para a análise das características intrínsecas da seca, características das populações, das atividades produtivas e o modo de como elas são praticadas. Sobre o Índice de Vulnerabilidade, este se configurou como um instrumento adequado para o estudo holístico da gestão de riscos a desastres socioambientais, que pode ser utilizado para a formulação de políticas públicas por parte dos gestores e tomadores de decisão e podem auxiliar a elaboração de planos locais de preparação, convivência e mitigação das intempéries da seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** seca, vulnerabilidades, indicadores.

## **ABSTRACT**

The Brazilian Northeast has been characterized from the beginning of its history, the stigma of periodic droughts, however most research on the topic of drought are usually developed with our gaze fixed on the physical aspects such as the severity, extent, frequency, are often neglecting the social, economic, cultural and productive aspects of the region. Given the importance of analyzing the climatic factors together with studies of existing vulnerabilities in the Brazilian semiarid region. This study aimed to show the vulnerability to drought in the municipalities of Picuí, Sumé and Sousa, respectively, located in the regions of Seridó Ocidental paraibano, Cariri Oriental paraibano and Sertão of the state of Paraíba. This was done by means of an adaptation of indicators Bhattacharya and Dass (2007), which deal with the vulnerability, and their factors of exposure, sensitivity and adaptive capacity, using data mainly from the municipalities in the year 2010 in government agencies and non-governmental, official websites on the internet and through fieldwork. It was concluded by analyzing the results of Picuí that the municipality had the highest exposure, with an index of 0.39043 and worse performance sensitivity, with the index of 0.2515. Regarding the indicator Adaptive Capacity of the municipality Sume was the one that stood out negatively, getting the index of 0.3155. In general terms the municipality of Picuí showed the greatest vulnerability (0.3467), followed by the municipality of Sume (0.2973) and the municipality of Sousa (0.2876) Indicators of Exposure, Sensitivity and Adaptive Capacity is shown to be useful tools for the analysis of the intrinsic characteristics of drought, population characteristics, production activities and the way that they are practiced. About Vulnerability Index, it was set up as a suitable for the study of holistic risk management to environmental disasters instrument that can be used for the formulation of public policies for managers and decision makers and can assist the development of plans local preparedness, mitigation and coexistence of drought weather.

**KEYWORDS:** drought, vulnerability, indicators.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE MAPAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1. Importância e aplicabilidade do estudo .....	23
1.2. Objetivos .....	24
Objetivo geral:.....	24
Objetivos específicos: .....	24
1.3. Estruturação da Dissertação .....	25
<b>2. DISCUSSÃO TEÓRICO-CONCEITUAL.....</b>	<b>27</b>
2.1. Secas .....	27
2.2. Conceitos em Gestão de riscos e desastres .....	31
Risco.....	31
Ameaça.....	35
Vulnerabilidade .....	37
Exposição .....	39
Sensibilidade .....	39
Capacidade adaptativa.....	40
Desastres.....	33
2.3. Utilização de indicadores ambientais como ferramenta de gestão .....	41
2.4. Indicadores de vulnerabilidade à seca.....	42
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>45</b>
3.1. Semiárido brasileiro e paraibano .....	45
3.2. Município de Picuí - PB.....	49
Clima .....	51
Vegetação .....	51
Geologia e Pedologia .....	52
Recursos Hídricos .....	52
Infraestrutura Socioeconômica.....	54
3.3. Município de Sousa - PB .....	55



Clima .....	57
Vegetação .....	57
Geologia e Pedologia .....	58
Recursos Hídricos .....	58
Infraestrutura Socioeconômica.....	61
<b>3.4. Município de Sumé - PB.....</b>	<b>64</b>
Clima .....	66
Vegetação .....	66
Geologia e Pedologia .....	67
Recursos Hídricos .....	68
Infraestrutura Socioeconômica.....	69
<b>4. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>73</b>
4.1. Adaptação dos indicadores de Bhattacharya e Dass (2007) .....	73
4.2. Normalização dos dados e utilização de médias.....	76
4.3. Procedimentos metodológicos .....	78
4.4. Descrição dos indicadores escolhidos para as adaptações:.....	79
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>101</b>
5.1. Exposição dos municípios .....	101
5.2. Sensibilidade dos municípios.....	104
5.3. Capacidade adaptativa dos municípios .....	108
5.4. Índice de vulnerabilidade à seca dos municípios.....	110
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>114</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>128</b>
Descrição das tabelas utilizadas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).....	128
<b>ANEXO II.....</b>	<b>132</b>
Dados utilizados nos cálculos dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e no Índice de Vulnerabilidade:.....	132
<b>ANEXO III.....</b>	<b>130</b>
Referências utilizadas na composição dos pesos de exposição das culturas agropecuárias e dos rebanhos: .....	130

## LISTA DE SIGLAS

**2b:** Clima Sub-desértico quente de caráter tropical (Classificação Climática de Gaussen).

**3bTh:** Clima Termomediterrâneo ou Mediterrâneo quente ou nordestino de seca média. (Classificação Climática de Gaussen).

**4aTh:** Clima Termoxeroquimênico acentuado outropical quente de seca acentuada (Classificação Climática de Gaussen).

**AESA:** Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

**ANA:** Agência Nacional de Águas.

**ASA:** Articulação do Semiárido Brasileiro.

**AW':** Clima quente e úmido (Classificação Climática de Köppen).

**BPC:** Benefício de Prestação Continuada.

**Bsh:** Clima semiárido quente (Classificação Climática de Köppen).

**CAPES:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

**CEOP:** Centro de Educação e Organização Popular- Picuí - PB.

**DAESA:** Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa.

**DNOCS:** Departamento Nacional de Obras Conta a Seca.

**EIRD:** Estratégia Internacional para Redução de Desastres (ISRD em inglês).

**EMBRAPA:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**ENOS (El Niño - Oscilação do Sul):** Alterações na distribuição da temperatura da superfície da água do Oceano Pacífico.

**FAMUP:** Federação das Associações de Municípios da Paraíba.

**FIPLAN:** Fundação Instituto de Planejamento da Paraíba (Órgão da Secretaria do Planejamento do estado da Paraíba).

**GPS:** *Global System Position*

**GRD:** Gestão de Riscos e Desastres.

**GTI:** Grupo de Trabalho Interministerial.

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**IDH:** Índice de Desenvolvimento Humano.

**IFPB:** Instituto Federal da Paraíba.

**IPEA:** Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas.

**IPEADATA:** Sistema de armazenamento de disponibilização de dados do IPEA.

**LARHENA:** Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental – UFPB.

**LENHS:** Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento – UFPB

**MDS:** Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

**MDS:** Ministério do Desenvolvimento Social.

**MI:** Ministro da Integração Nacional.

**MMA:** Ministério do Meio Ambiente

**MPS:** Ministério da Previdência Social.

**NEUD:** Núcleo de Estudos e Ações em Urgências e Desastres da UFPB.

**OECD:** *Organisation for Economic Co-operation and Development.*

**ONU:** Organização das Nações Unidas.

**P1+2:** Programa Uma Terra e Duas Águas é uma das ações do Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido da ASA.

**P1MC:** Programa Um Milhão de Cisternas, é uma das ações do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido da ASA.

**PAE-PB:** Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Estado da Paraíba.

**PAN-BRASIL:** Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Brasil.

**PB:** Paraíba.

**PBF:** Programa Bolsa Família.

**PIB:** Produto Interno Bruto.

**PISG:** Perímetro Irrigado de São Gonçalo.

**PIVAS:** Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa.

**PNUD:** Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento.

**PRPG:** Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação – UFPB.

**RMV:** Renda Mensal Vitalícia.

**SENAR:** Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

**SIDRA:** Sistema IBGE de Recuperação automática.

**SIG:** Sistema de Informações Geográficas

**SINAPRED:** *Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres – Nicaragua.*

**SUDENE:** Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.

**UFCG:** Universidade Federal de Campina Grande.

**UFPB:** Universidade Federal da Paraíba.

**UNESCO:** Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.

**WRI:** *World Resources Institute*

.

## LISTA DE FIGURAS

Figura - 1 Açude Caraibeiras no município de Picuí, completamente seco .....	53
Figura - 2 Abastecimento da zona rural do município de Picuí feito por “carros pipas”	54
Figura - 3 Açude de São Gonçalo no município de Sousa, com apenas 27,3% da sua capacidade total, segundo a AESA (2013) .....	59
Figura - 4 Campanha de economia de água feita pela DAESA.....	60
Figura - 5 Obras de perfuração do poço de águas profundas, no município de Sousa...	60
Figura - 6 Canteiro de obras de casas populares, no município de Sousa.....	61
Figura - 7 Perímetro Irrigado de São Gonçalo .....	62
Figura - 8 Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa .....	63
Figura - 9 Área com elevados problemas de salinidade no PISG .....	64
Figura - 10 Açude Sumé com apenas 25,5% da sua capacidade total, segundo a AESA (2013) .....	68
Figura - 11 Abastecimento da zona rural do município de Sumé feito por “carros pipas” .....	69
Figura - 12 Perímetro irrigado de Sumé abandonado.....	70
Figura - 13. Mercado público de Sumé, em “dia de feira livre”.....	71
Figura - 14 Irregularidades na instalação de cisternas rurais.....	105

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa - 1 Localização da área de estudo.....	48
Mapa - 2 Localização do município de Picuí, segundo as microrregiões paraibanas ....	50
Mapa - 3 Localização do município de Sousa, segundo as microrregiões paraibanas ...	56
Mapa - 4 Localização do município de Sumé, segundo as microrregiões paraibanas ...	65

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela - 1 Classificação do Índice de Aridez.....	81
Tabela - 2 Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa dos municípios .....	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro - 1 Indicadores de vulnerabilidade à seca.....	74
Quadro - 2 Adaptação feita pelo autor dos Indicadores de vulnerabilidade à seca.....	75
Quadro - 3 Dados referentes ao município de Picuí.....	132
Quadro - 4 Dados referentes ao município de Sousa.....	133
Quadro - 5 Dados referentes ao município de Sumé.....	134

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico - 1 Exposição do município de Picuí.....	103
Gráfico - 2 Exposição do município de Sousa .....	103
Gráfico - 3 Exposição do município de Sumé.....	103
Gráfico - 4 Sensibilidade do município de Picuí.....	107
Gráfico - 5 Sensibilidade do município de Sousa. ....	107
Gráfico - 6 Sensibilidade do município de Sumé.....	107
Gráfico - 7 Capacidade Adap. do município de Picuí. ....	109
Gráfico - 8 Capacidade Adap do município de Sousa.....	109
Gráfico - 9 Capacidade Adaptativa do município de Sumé. ....	109
Gráfico - 10 Gráfico de Vulnerabilidade do município de Picuí.....	112
Gráfico - 11 Gráfico de Vulnerabilidade do município de Sousa .....	112
Gráfico - 12 Gráficos de Vulnerabilidade do município de Sumé .....	112



# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO



Fonte: internet<sup>1</sup>.

*Saber e conhecer fazem parte do patrimônio nacional e permitem com frequência, suplementar os recursos que a natureza distribui em quantidade muito pequena[...]*

**Pierre George (1973)**

---

<sup>1</sup> Todas as referencias das imagens apresentadas nas capas dos capítulos encontram-se nas referências bibliográficas.

## 1. INTRODUÇÃO

A história da ocupação, colonização e permanência dos homens no Nordeste semiárido encontra-se intrinsecamente ligada a ocorrências de secas periódicas. Segundo Fernão Cardin (1583), citado por Souza (1979): “houve uma grande seca e esterilidade na província (Pernambuco) e desceram do sertão, socorrendo-se aos brancos cerca de quatro ou cinco mil índios”. Esta fala permite refletir sobre as dificuldades enfrentadas na seca de 1583, menos de um século depois da colonização europeia no Brasil, quando houve uma “corrida dos índios” para as regiões litorâneas.

Outro relato importante foi feito pelo historiador Paulino (1992), quando retrata em seus estudos que os primeiros colonizadores lusos testemunharam, por certo, a luta tremenda, dentro das “selvas”, dos Tabajaras, dos Kariris, indígenas sertanejos. Estes últimos açoitados pelos efeitos das secas, famintos errantes, em contínuos entrechoques de raças do Jaguaribe, do Apodi, e do Açu, ao Norte, às ribeiras do São Francisco ao Sul e Leste.

O Nordeste foi retratado, no livro “A Terra e Homem do Nordeste” (1973), do geógrafo e historiador Manoel Correia de Andrade, como uma região geográfica, que é influenciada por uma série de fatores, entre os quais se sobressaem os domínios físicos – estrutura geológica, relevo, clima e hidrografia, o meio biológico – vegetação e fauna – e a organização dada ao espaço pelo homem. O autor prossegue em seu texto ressaltando que “[...] no caso do Nordeste, o elemento que marca mais sensivelmente a paisagem e mais preocupa o homem é o clima, através do regime pluvial e exteriorizado pela vegetação natural” (ANDRADE, 1973, p.25).

A região Nordeste brasileira possui uma área de 1.539.000 km<sup>2</sup>, que corresponde a 18% do território brasileiro, abriga uma população de 53 milhões de habitantes (Censo Populacional, 2010), o equivalente a 29% de todo o território nacional. Em termos geográficos, a região mostra-se bastante heterogênea, apresentando grande variedade de situações físico-climáticas. Dentre essas se destaca a zona semiárida, que, além da sua grande extensão, singulariza-se por ser “castigada” frequentemente por períodos de secas (DUARTE, 2001), fator esse que muitas é apontado como determinante para a pobreza ali existente.

Uma característica importante que influencia nas formas de desenvolvimento econômico na região semiárida brasileira é a forma como as atividades agrícolas são praticadas, que por uma questão cultural, insiste-se na utilização de modelos de regiões subúmidas<sup>2</sup> e conduz à superexploração da terra e a uma sobrecarga na base de recursos naturais. O elevado nível de pobreza da população rural dependente da agricultura agrava esse quadro.

Segundo Duarte (2001), a pobreza rural no Nordeste, além de resultar de desigualdades na posse da terra, é agravada pela instabilidade representada pelo trabalho assalariado temporário, expressa nas mais diversas formas de relações trabalhistas informais empregadas na região até hoje, presentes principalmente no campo. Pode-se dizer que essa grande instabilidade tem como um dos principais motivos a variabilidade climática que a região semiárida apresenta.

Segundo Feitosa (2010), a falta de uma infraestrutura de convivência com o clima seco tem sido a principal fonte dos riscos no semiárido nordestino. As secas prolongadas, associadas aos fortes eventos ENOS (El Niño-Oscilação do Sul) das décadas de 80 e 90 do século passado, por falta de uma política pública de desenvolvimento sustentável objetivando a diminuição dos riscos, afetaram grandes multidões no semiárido brasileiro, contribuindo para o agravamento das vulnerabilidades sociais, econômicas, tecnológicas e ao evento climático em si, atingindo grandes massas da população rural. As ações de emergência dos governos, via de regra, não têm contribuído para a diminuição da pobreza, mas sim para a sua perpetuação ao longo dos últimos anos e uma grande dependência dos programas assistencialistas implantados nas últimas décadas.

Outro fato importante que faz com que as consequências da seca se agravem, é a falta de prevenção e preparação por parte dos órgãos governamentais responsáveis e os produtores agrícolas, tendo em vista a inconstância da seca e a forma gradual que ela se apresenta, e sem previsão fidedigna de sua severidade, duração e período de retorno.

De acordo com Filgueira (2004), dentre os atributos físicos que mais influenciam a vida das pessoas no Nordeste, e especialmente no semiárido, incontestavelmente, o clima é o mais importante. Parte substancial da região sofre períodos cíclicos de estiagem que podem se prolongar por vários anos. Tendo em vista

---

<sup>2</sup> Essas práticas agropecuárias de regiões subúmidas, muitas vezes se configuram parcialmente viáveis nas épocas de chuva e pós-chuva na região semiárida. Porém, como as chuvas nestas regiões são inconstantes trazem a instabilidade ao modo de produção e por consequência a economia ligada à agropecuária, além de fazer com que a caatinga seja desmatada, superexplorando a terra e os recursos hídricos ali existentes.

essa temática, esse autor ainda afirma que embora as secas representem fenômeno recursivo sobre o Nordeste do Brasil, prever uma seca não é uma tarefa fácil.

Partindo do pressuposto que não é uma tarefa fácil prever períodos de secas prolongadas, a única opção que resta é a preparação constante para esses eventos extremos. Para tanto, deve-se procurar utilizar meios produtivos adaptados à região e as estiagens prolongadas, gerando outras fontes de renda que não necessitem tanto das precipitações pluviométricas, na tentativa de atenuar a vulnerabilidade da sociedade frente às secas, para que, caso elas surjam, os danos sejam os menores possíveis.

Vários foram os estudos e projetos realizados visando prever, “combater”, minimizar e conviver com a seca, isto feito por diversos órgãos governamentais como a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), além de organismos não governamentais como a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA). Em 2013, O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) desenvolveu o projeto “Sertão Empreendedor: Um Novo Tempo para o Semiárido”. Esse projeto prevê um conjunto de ações sistêmicas e continuadas visando contribuir com o desenvolvimento rural sustentável a partir da difusão e aplicação de tecnologias de convivência com as adversidades do semiárido, para melhorar a sua gestão, aumentar a produtividade e a renda dos empreendimentos rurais.

No entanto, muitos são os autores que criticam esses grandes investimentos governamentais, devido a sua inconstância, pois a maioria desses planos e projetos é elaborada repentinamente em anos de seca ou pós-seca, de forma emergencial e assistencialista (GOMES, 2001). Na maioria dos casos não levam em consideração as especificidades locais das microrregiões, tendo em vista que a região semiárida brasileira é muito extensa e complexa. Cada localidade possui suas características físicas, econômicas e culturais distintas entre si.

Apesar do desenvolvimento acelerado que se verifica em inúmeros campos da tecnologia, as soluções dessas questões referentes à seca no Brasil são ainda experimentais. No passado acreditava-se sempre, que por si só a tecnologia seria capaz de fornecer os elementos fundamentais que eliminariam os problemas relativos à água e, conseqüentemente, a seca. Várias alternativas foram aplicadas, tais como: construções de grandes e pequenas barragens e canais que na prática revelaram-se, em parte, distanciadas dos resultados satisfatórios esperados. Tentou-se resolver o problema, único e exclusivamente por meio do armazenamento e fornecimento da água, o qual não

é uma solução científica, e muito menos prática, desde que paralelamente não haja um planejamento de seu uso nos variados aspectos de sua utilização.

Então, com essas ações de planejamento inadequado, tem-se uma grande parte dos investimentos perdidos, pois a solução produtiva e econômica prometida por estes planos não é alcançada e acaba-se assim também, muitas vezes, por degradar os recursos naturais, deixando a região mais a mercê do que se encontrava antes da execução do projeto. É o caso de algumas tentativas frustradas de irrigação que acabaram por salinizar o solo em algumas regiões brasileiras ou mesmo o desmatamento desenfreado provocado pelo plantio da algaroba (*Prosopis juliflora*) e outras espécies invasoras.

Através da Portaria Interministerial N° 6, de 29 de março de 2004, assinada pelos então ministros da Integração Nacional (MI) e do Meio Ambiente (MMA), foi instituído o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) que tinha como principal missão, apresentar estudos e propostas de critérios que definissem a área compreendida pelo semiárido brasileiro, com o intuito de conhecer melhor a área e subsidiar os trabalhos de convivência com a seca. Para isso tomou-se por base três critérios técnicos:

- I. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- II. 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
- III. Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Já em 10 de março de 2005, o Ministro da Integração Nacional instituiu a Portaria da nova delimitação do semiárido brasileiro, resultante do trabalho do GTI que atualizou os critérios de seleção e os municípios que passam a fazer parte dessa região. Além dos 1.031 municípios que já faziam parte da delimitação anterior, foram incorporados outros 102 novos municípios enquadrados em pelo menos um dos três critérios utilizados, inclusive os municípios do norte de Minas e do Espírito Santo, totalizando, assim, 1.133 municípios. Com essa atualização, a área classificada oficialmente como semiárida brasileira aumentou de 892.309,4 km para 969.589,4 km, um acréscimo de 8,66% (BRASIL 2005).

Segundo Ab'Sáber (2003), ao se considerar outras regiões semiáridas do mundo, o semiárido brasileiro conta com uma “vantagem”, seu índice de chuva anual varia entre

268 e 800 mm, enquanto que algumas regiões fora do território nacional apresentam uma média anual na ordem de 80 a 250 mm.

Em contrapartida a essa visão otimista sobre o semiárido brasileiro, exposta por Ab'Sáber (2003), pode-se ressaltar que muitas dessas outras regiões, se beneficiam por ter as quatro estações climáticas bem definidas (primavera, verão, outono e inverno), o que diminui consideravelmente o déficit hídrico através da evapotranspiração, diferente do que ocorre no semiárido brasileiro, onde as temperaturas elevadas e constantes ao longo de todo o ano climatológico, fazem com que a evapotranspiração seja sempre alta, ocorrendo o domínio do déficit hídrico.

Muitos são os trabalhos que se propuseram a quantificar e qualificar as secas, em seu foco físico-climático. Porém, poucos foram os que desenvolveram um “olhar” que as abrangessem também como eventos socioambientais, sendo mais raros ainda os trabalhos que tentaram quantificar e qualificar este aspecto.

Só mais recentemente é que alguns trabalhos têm voltado o “olhar” para esses aspectos e têm tentado, de diversas formas, quantificar e qualificar a vulnerabilidade dos meios aos eventos climáticos adversos. Espera-se que estes trabalhos possam contribuir como uma espécie de instrumento orientador para os gestores públicos e tomadores de decisão, no sentido de incrementar os investimentos nas áreas diagnosticadas como mais vulneráveis a estiagens prolongadas.

Neste sentido, este estudo utiliza uma abordagem de indicadores socioambientais que propõe superar a insuficiência de se tratar os problemas ambientais somente sob o enfoque físico. Segundo Mendonça (2004), problemas que envolvem situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, devem ser trabalhados por meio de pesquisas em conformidade com a geografia socioambiental do local e que explicitem a degradação de uma ou de ambas.

Em função do exposto, foi na esperança de que um maior conhecimento possa ajudar a construir coletivamente, melhores respostas aos desafios que a seca e pobreza tem colocado para o país e seus gestores, que este trabalho foi realizado.

### **1.1.Importância e aplicabilidade do estudo**

Este trabalho traz como contribuição o desenvolvimento de indicadores e um estudo da condição atual da vulnerabilidade socioambiental de três municípios

paraibanos, todos eles situados na zona semiárida brasileira, isto feito por meio da utilização de indicadores de vulnerabilidade à seca, indicadores estes que analisam diversas temáticas importantes na gestão de riscos e desastres relacionados à estiagens.

Esta pesquisa procura apresentar o grau de Exposição (Características das secas, População exposta ao fenômeno e Exposição das atividades), Sensibilidade (Sensibilidade Socioeconômica, Sensibilidade das Tecnologias e Sensibilidade das Atividades) e Capacidade Adaptativa (Capacidade humana, Governabilidade e Meios de vida), realçando, assim, os pontos fortes e fracos de cada área estudada.

O foco principal da utilização destes indicadores é investigar quais áreas da gestão de riscos encontram-se mais deficientes e assim dar subsídios para a gestão eficaz destes riscos. Além do mais, este estudo busca incentivar projetos e/ou programas de gestão e manejo, compatíveis com as especificidades locais e com a cultura de cada população, objetivando melhorar os métodos de convivência com a seca e suas intempéries. Desta forma, o Poder Público pode fortalecer as medidas de proteção e prevenção frente às vulnerabilidades e ao fenômeno da seca com alternativas menos dispendiosas e mais eficazes.

## **1.2.Objetivos**

### **Objetivo geral:**

- Desenvolver e aplicar indicadores de vulnerabilidades à seca, com enfoque ambiental, social e agropecuário em municípios da região semiárida paraibana.

### **Objetivos específicos:**

- Desenvolver, adaptar e aplicar indicadores de vulnerabilidade ambiental, social e agropecuário a municípios de regiões semiáridas;
- Analisar, comparar e interpretar os dados e resultados obtidos através da aplicação dos indicadores nas áreas focos do estudo;
- Possibilitar a abordagem multiobjetivo para a elaboração de planos de convivência com as secas.
- Contribuir para o estabelecimento de uma cultura de prevenção e preparação para a ocorrência de secas;

- Propor medidas e ações administrativas para a atenuação dos efeitos da seca.

### **1.3.Estruturação da Dissertação**

Esta dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma: neste primeiro capítulo (*Introdução*) relata-se uma contextualização abrangendo o tema em estudo, como também são estabelecidos os objetivos que se pretende alcançar com este trabalho e a importância deste estudo para. No capítulo 2 (*Discussão teórica-conceitual*) são apresentados conceitos a respeito da gestão de risco e desastres em geral, diversas definições sobre os tipos de seca, a utilização de indicadores ambientais como ferramentas de estudo, algumas experiências já realizadas com indicadores de vulnerabilidade à seca e breve explanação da metodologia escolhida. As características fisiográficas da área de estudo são enfocadas no capítulo 3 (*Caracterização da Área de Estudo*). No quarto capítulo (*Material e Métodos*) estão descritas as etapas metodológicas utilizadas para atingir os objetivos propostos no capítulo 1. O capítulo 5 (*Resultados e Discussões*) constitui-se dos resultados e discussões a respeito da aplicação dos indicadores, fazendo uma análise comparativa entre os municípios alvos do trabalho. No capítulo de número 6 (*Conclusões e Recomendações*) são apresentadas as considerações finais acerca dos resultados obtidos durante a pesquisa, evidenciando a importância da realização do trabalho e deixando algumas recomendações para estudos e ações futuras. Nas partes finais deste trabalho foram listadas as referências bibliográficas que serviram de aporte teórico-conceitual para a elaboração dessa dissertação. E por fim, são expostos os *anexos I, II e III*, nos quais constam: referências das tabelas utilizadas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - SIDRA), os dados utilizados nos cálculos dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e no Índice de Vulnerabilidade e as referências utilizadas para a composição dos pesos de exposição das culturas agropecuárias.



# CAPÍTULO II

## DISCUSSÃO TEÓRICO-CONCEITUAL



Foto: Padre Djacy Brasileiro, 2013

### ***Sêca***

***Djavan***

*A terra se quebrando toda  
A fome que humilha a todos  
Vida se alimenta de dor  
Que pobre povo sem socorro  
Por que será que Deus pôs ali  
O ser pra ser assim sofredor?  
Sob a brasa do sol padecer  
Do desdém do poder fingido  
Sem saber o que é ser feliz  
Viver, como se diz, dá medo  
Apesar de se ter céu azul  
O mesmo lá do sul, mesmo Deus...*

## **2. DISCUSSÃO TEÓRICO-CONCEITUAL**

Ao realizar estudos sobre vulnerabilidades à seca em municípios do semiárido brasileiro, faz-se necessário abordar alguns conceitos, como: secas, risco, ameaças, exposição, vulnerabilidade, sensibilidade, capacidade adaptativa, desastres e a própria utilização de indicadores ambientais como ferramenta de estudo, entre outros. Visando o conhecimento e discernimento conceitual de tais processos e a forma com que se encontra empregada no presente trabalho, esse capítulo traz uma breve revisão e explanação sobre alguns conceitos importantes para a realização desta pesquisa.

### **2.1.Secas**

Nas últimas décadas, tanto no âmbito socioeconômico quanto no âmbito técnico científico, há uma crescente preocupação com os impactos ocasionando pelos desastres em geral, dentre eles no Brasil se destaca a seca, pela sua grande abrangência espacial, pela forma gradual em que se apresenta e por atingir uma das regiões mais pobres do país, que compreende praticamente todo interior do Nordeste e parte dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

Seca, no rigor léxico, significa estiagem, falta de umidade. A seca consiste na falta ou na má distribuição das chuvas. Suas causas estão hoje em grande parte determinadas e a influência das manchas solares sobre os fatores climáticos, notadamente formação e regime das correntes eólicas, é aceita como uma das mais importantes (GUERRA, 1983 apud MOURA, 2002).

Segundo PAE-PB (2011) a seca é um fenômeno natural caracterizado pelo atraso na precipitação das chuvas ou pela sua ocorrência abaixo do valor mínimo necessário à sobrevivência da vegetação.

Ainda segundo PAE-PB (2011) a seca é um fenômeno natural que se diferencia de outras catástrofes naturais pelo início lento, não definido, de longa duração e pelo fato de se espalhar, na maioria das vezes, por uma extensa área, indo muito além de limites administrativos estaduais e até mesmo nacionais.

Sobre alguns conceitos de seca pode-se citar Palmer (1965) que definiu o fenômeno da seca como o intervalo de tempo, geralmente da ordem de meses ou até mesmo anos, durante o qual a precipitação diminui “consideravelmente” em relação ao climatologicamente esperado ou apropriado. Quanto a sua previsibilidade, Filgueira (2004) afirma que embora as secas representem fenômeno recursivo sobre a região semiárida brasileira, prever uma seca não é uma tarefa tão fácil, como se imaginava antes.

Este fator é levado em consideração na definição de seca de Pereira et al. (2002), que definem a seca como uma persistente precipitação abaixo da média, com frequência, duração e severidades incertas, devido à imprevisibilidade de sua ocorrência, resultados na diminuição da disponibilidade de água e na redução da capacidade de armazenamento natural do ecossistema.

Gillete, 1950 (apud SILVA, 2002), utiliza-se da metáfora para realçar a imprevisibilidade da seca, afirmando que essa é um “fenômeno rastejante” tentando retratar assim a sua imprevisibilidade. Portanto, fazer uma predição acurada do seu início ou fim não é uma tarefa fácil. Mesmo assim, para a maioria dos observadores, ela parece começar com a demora ou ausência das chuvas. Outros sugerem que ela só pode ser identificada em retrospectiva.

Em relação ao seu impacto, Hagman (1984) afirma que a seca é o mais complexo e menos entendido de todos os desastres ditos naturais, afetando mais pessoas do que qualquer outro fenômeno natural, tendo em vista que ela atinge direta e indiretamente um grande número de pessoas e meios produtivos.

O impacto das secas é frequentemente negligenciado pelos seres humanos. A expansão rápida da população da Terra está pondo uma demanda sempre crescente nos limitados recursos hídricos e acelerando a degradação do meio ambiente. Secas de moderada intensidade, que anteriormente causavam só um pequeno impacto, podem resultar em consequências econômicas sérias e grandes impactos no meio ambiente. Portanto, pode ser difícil determinar se é a frequência da seca que está aumentando ou simplesmente se é a nossa vulnerabilidade a ela que aumentou (WILHITE, 1990 apud SILVA, 2002).

Torna-se pertinente aqui, diferenciar o fenômeno da seca do fenômeno da escassez hídrica, tendo em vista que muitas vezes estes conceitos se apresentam confusos e ambíguos.

A escassez hídrica pode ser causada pela seca, no entanto, ao contrário da seca, a escassez hídrica pode ser também artificialmente criada. Em outras palavras, a seca por si só é um desequilíbrio temporário na disponibilidade de água, sendo essa sempre de origem natural, embora a ação do homem possa intensificá-lo. Já a escassez hídrica, segundo Pereira, et al. (2002), é um desequilíbrio temporário da oferta de água, que pode ser devido à inadequada gestão de águas profundas e de superfície, alterando assim sua qualidade e/ou quantidade, colocando em risco a capacidade de armazenamento de água nos ecossistemas naturais e/ou artificiais (produzido pelo homem). Nesse caso, a escassez pode ser oriunda de um efeito antrópico e também natural (a seca).

Ainda segundo Pereira et al. (2002), a escassez hídrica é comumente definida como uma situação na qual a disponibilidade de água em um país ou em uma região está abaixo de 1000m<sup>3</sup> por pessoa/ano, no entanto, segundo outros autores, muitas regiões no mundo, inclusive a região semiárida brasileira, experimentam casos de escassez muito mais severas, vivendo com menos de 200m<sup>3</sup> por pessoa/ano, fato que já pode indicar que uma região está em estresse hídrico, fazendo com que a população destas localidades enfrentem grandes problemas quando uma seca ocorre (escassez natural) ou quando a escassez é artificialmente produzida (problemas de gestão de recursos hídricos e possível danos gerados pela desertificação).

Segundo Souza (2010), o significado da palavra seca é muito variável e depende dos interesses específicos de seus usuários e também do próprio clima da região estudada, entretanto, ele define de forma geral como uma deficiência de água com duração prolongada, de vasta atuação espacial e com grande impacto nas atividades econômicas dominantes.

As definições de seca têm sido categorizadas como conceitual ou operacional (WILHITE; GLANTZ, 1985). As conceituais geralmente definem os limites do conceito de seca e, portanto, são muito genéricas nas suas descrições do fenômeno. Definições operacionais tentam identificar o início, severidade e final de episódios de seca.

Seguindo esse mesmo raciocínio, Favero e Diesel (2008) afirmam que alguns autores preferem adotar definições operacionais para distinguir entre secas hidrológicas, agrícolas, meteorológicas, secas verde, secas relativa, secas parciais e totais, secas efetivas, secas sociais, secas edáficas, etc.

Todas essas classificações se caracterizam por adotar usualmente, um ou mais indicadores variáveis de interesse primário, como por exemplo: pode ser o índice de

precipitação (seca meteorológica), umidade do solo e resposta das culturas (seca agrícola), desempenho do fluxo dos rios ou níveis de água do solo (seca hidrológica e seca de água no solo). Assim é comum que cada profissional use a palavra seca para definir uma condição de análise específica de um ou mais indicadores que são primordiais para sua área do conhecimento.

Quanto a sua severidade e distribuição ao longo do período chuvoso esperado, Pessoa e Cavalcanti (1973) definiram uma distinção entre dois tipos de seca, nomeando-as de seca absoluta e seca relativa:

[...]uma seca anual qualquer pode ser distribuída, grosso modo, a (i) uma deficiência no volume das precipitações anuais: chamá-la-emos de *seca absoluta*, (ii) uma inadequada repartição das chuvas no ano: chamá-la-emos de *seca relativa* (PESSOA; CAVALCANTI, 1973, p. 52).

Sobre este mesmo fato, Magalhães (1991) caracteriza o fenômeno da seca relativa observado por Pessoa e Cavalcanti (1973) como “seca verde”, ou seja, uma situação em que a distribuição das chuvas “se descasa” do calendário das colheitas, resultando na perda de produção, mas sem que a vegetação natural, de forma geral, sofra por falta de água (não se caracteriza como seca edáfica).

Outro fator importante no estudo dos tipos de seca é a sua distribuição espacial. Sobre isso, Gomes (2001) relata que por vezes em parte da região semiárida brasileira, ocorreu seca em só uma porção desse território, enquanto que em outras localidades sua estação de chuvas teve pouca ou nenhuma alteração. Existem, portanto, secas parciais (que incidem apenas em algumas partes) e secas totais (que assolam toda a região semiárida).

A SUDENE em seus trabalhos prefere caracterizar estes tipos de seca de uma forma diferente:

As secas podem ser classificadas em hidrológicas, agrícolas, e efetivas. A hidrológica caracteriza-se por uma pequena, mas bem distribuída precipitação. As chuvas são suficientes apenas para dar suporte à agricultura de subsistência e pastagens. A seca agrícola, também conhecida como seca verde, acontece quando há chuvas abundantes, mas mal distribuídas em termos de tempo e espaço. A seca efetiva ocorre quando há baixa precipitação de chuvas, tornando difícil a alimentação das populações e dos rebanhos e impossibilita a manutenção de reservatórios de água para o consumo humano e animal (SUDENE, 2000 apud GOMES, 2001).

Como se pode ver, as classificações de secas já trabalhadas na literatura são numerosas e abordam os mais diversos aspectos desse fenômeno. Consideraram-se, neste trabalho, como as principais classificações dos tipos de seca: climatológica ou

meteorológica, edáfica, hidrológica e a seca social (NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER, 2003).

Como foi observado por Campos (2001) citado por Filgueira (2004), existe uma sequência lógica expressa nestas quatro classificações: a seca climatológica surge como fator inicial que desencadeia todo o processo. A seca hidrológica e a edáfica têm, via de regra, como origem principal a falta d'água oriunda da seca climatológica. A ocorrência das duas culmina com a seca social, a qual tem como principal agravante ou atenuante o grau de vulnerabilidade em que a população encontra-se inserida.

Segundo Silva (2002) o comum a todos os tipos de seca é o fato de que elas se originam de uma deficiência de precipitação que resulta em escassez de água para algumas atividades econômicas ou a grupos populacionais vulneráveis. Essas secas tem resultado em significativos impactos em uma miríade de setores econômicos, incluindo agricultura, transporte, energia, recreação e saúde; elas também tem tido consequências adversas ao meio ambiente.

Segundo PAE-PB (2011) a seca não surge de repente e nem destrói cidades, como enchentes e terremotos, ainda assim tem os seus efeitos sobre o meio ambiente e as populações tão destrutivos quanto aqueles, porém agravados pela peculiaridade de serem efeitos de impactos continuados, não momentâneos. A duração e fim de uma seca também são imprevisíveis.

## **2.2. Conceitos em gestão de riscos e desastres**

Ao se falar em vulnerabilidade, risco e desastres surgem várias dúvidas, tanto na mídia (quando relatam desastres) tanto no meio acadêmico. Este capítulo tratará de uma breve discussão sobre alguns conceitos e visões de diversos autores das mais diversas áreas do conhecimento sobre este tema e que balizaram o desenvolvimento deste estudo.

### **Risco**

A literatura sobre riscos é muito ampla, e compreende várias áreas do conhecimento científico, fazendo com que seja, por vezes, confusa. Nogueira (2006) citado por Nascimento (2009) aponta o risco como sendo a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais).

O Ministério das Cidades avalia o risco como sendo a:

Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco (BRASIL, 2006, p. 27).

Já o Glossário de Defesa Civil da Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional, define o risco como sendo:

Uma mediada de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis (BRASIL, [2004] p. 236).

O Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD, 2009) traz uma definição mais complexa, ainda sobre a questão dos riscos, definindo-o como a probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (mortes, lesões, propriedades, meios de subsistência, interrupção de atividade econômica ou ambiental, ameaças naturais ou antropogênicas em condições de vulnerabilidade).

Segundo Zanella (2010), o risco atual é “fabricado” e depende cada vez menos das contingências naturais e cada vez mais de intervenções sociais e culturais, que em alguns casos desencadeiam desastres ditos “naturais”.

Herculano (2002) citado por Meirelles (2009) afirma que é importante que se considere o conceito de risco como a resultante de algumas categorias básicas:

- risco “dito” natural: associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais frente à ocupação humana em determinado local;
- risco tecnológico: definido como potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva, isto é, um risco produzido pelo homem, oriundo principalmente de sua cadeia produtiva;
- risco social: resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano, que contribuem para a degradação das condições de vida.

Ainda segundo Meirelles (2009), o risco deve ser visto como um indicador dinâmico das relações entre sistemas naturais, à estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana, em determinado lugar e em determinado momento. Isto é historicamente e geograficamente determinado.

O risco pode ser entendido como a representação de uma ameaça que afeta os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade. Ou seja, ao se escolher áreas

semiáridas como focos de estudos de gestão de riscos observa-se que a seca se caracteriza por ser uma ameaça esporádica e recorrente, e comumente há entre elas alguns anos e até mesmo décadas de precipitação consideravelmente normal ou acima do normal.

## **Desastres**

O conceito de desastres possui uma grande abrangência, pois é estudada por várias áreas do conhecimento. O MI, por meio o Glossário de Defesa Civil do Departamento Nacional de Defesa Civil, define desastre como sendo o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2004).

O EIRD (2009, p. 8) define desastre como:

Séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade que causa perdas humanas e/ou importantes perdas materiais, econômicas ou ambientais; que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de lidar com a situação utilizando seus processos de risco. Resulta da combinação de ameaças, condições de vulnerabilidade e insuficiente capacidade ou medidas para reduzir as consequências negativas e potenciais do risco.

Filgueira (2004) esclarece que os desastres pressupõem a ocorrência de dois fatores: a ameaça de uma situação e a vulnerabilidade das pessoas e dos bens a este fenômeno. Nesse pressuposto, para o mesmo autor, o risco de desastre é eminentemente social, pois consiste da vulnerabilidade que determinado indivíduo, comunidade ou setor apresenta para os diversos tipos de ameaças, como por exemplo, eventos meteorológicos extremos, tecnológicos, entre outros.

Para Vargas (2002), desastre é uma situação de dano grave que altera a estabilidade e as condições de vida de um ecossistema, ou seja, de uma comunidade de seres vivos, dada diante a presença de uma energia ou força potencialmente perigosa. O dano de um desastre obedece ao que o sistema e seus elementos não estão em capacidade de proteger-se da força ameaçante ou de recuperar-se de seus efeitos.

Segundo Castro (1998, p.52), “[...] desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando



danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”.

Segundo Cardona (1993) as ameaças naturais como seca, inundações, erupções vulcânicas, terremotos, etc., não são sinônimos de desastres naturais. Neste sentido, Acosta (1996) e Medina (1992) esclarecem que os desastres somente ocorrem quando uma ameaça surge em condições vulneráveis, salientando ainda que as ameaças ocorridas em áreas desabitadas ou onde as atividades econômicas padrões não são vulneráveis, não causam desastres.

Conforme o pensamento de Maskrey (1996) citado por Peixoto (2008, p. 24), desastre pode ser entendido como:

[...] um impacto ambiental que pode ter uma dimensão variável em termos de volume, tempo e espaço. Alguns são causa de poucas percas de vida; outros afetam a milhões de pessoas. [...] são momentâneos, outros são lentos e duram muitos anos. [...] estão localizados em poucos quilômetros quadrados, outros cobrem vários países.

Em todos os pensamentos acima expostos, verifica-se que o conceito de desastre encontra-se imbricado em uma relação dialética entre a sociedade e natureza, sendo ambas prejudicadas em uma ocasião de desastre. Dessa forma, pode-se ver quão grande é a importância da prevenção de um desastre.

Costa (2012) afirma que os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente, o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Seguindo este mesmo raciocínio, diversos autores têm envidado seus esforços no sentido de quantificar não só os impactos e magnitudes dos desastres, mas também os graus e modos pelos quais as vulnerabilidades se apresentam em diferentes meios, isto feito através da utilização de indicadores quantitativos e qualitativos.

Vargas (2002) representa o risco de desastre como uma função das ameaças e das vulnerabilidades:

$$\text{RISCO DE DESASTRE} = f(\text{AMEAÇA, VULNERABILIDADE})$$

Algumas disciplinas também incluem o conceito de exposição para referir-se principalmente aos aspectos físicos da vulnerabilidade. Mas além de expressar uma possibilidade de dano físico, é crucial reconhecer que os riscos podem ser inerentes, aparecem ou existem dentro de sistemas sociais. Igualmente é importante considerar os contextos sociais nos quais os riscos ocorrem, pois a população não necessariamente compartilha as mesmas percepções sobre o risco e suas causas subjacentes (EIRD 2009).

## **Ameaça**

Peixoto (2008) define ameaça como o “fator externo do risco”, representado pela possibilidade de que ocorra um fenômeno ou um evento adverso que poderia gerar dano nas pessoas ou em seu entorno.

Segundo EIRD (2009, p. 2) ameaça é um:

Evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e/ou atividade humana que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental. Isso inclui condições latentes que podem levar a futuras ameaças ou perigos, as quais podem ter diferentes origens: natural (geológico, hidrometeorológico, biológico) ou antrópico (degradação ambiental e ameaças tecnológicas). As ameaças podem ser individuais, combinadas ou sequenciais em sua origem e efeitos. Cada uma delas se caracteriza por sua localização, magnitude ou intensidade, frequência e probabilidade.

Cardona (1991) define as ameaças como fatores de risco externo de um sujeito ou sistema, representado por um perigo latente associado com um fenômeno físico de origem natural ou tecnológica que pode apresentar-se em um lugar específico, produzindo efeitos adversos nas pessoas, nos bens e/ou no meio ambiente.

Vargas (2002) define ameaça como a magnitude e duração de uma força ou energia potencialmente perigosa por sua capacidade de destruir ou desestabilizar um ecossistema ou os elementos que os compõem, e a probabilidade de que essa energia se desencadeie.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) perigo ou ameaça caracteriza-se por evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e ou atividade humana que pode causar a morte ou lesões, danos materiais, interrupção da atividade social e econômica ou degradação ambiental.

Entende-se por ameaça a possibilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente destrutivo, de origem natural ou humana, e que pode tornar-se perigoso para as pessoas e seus meios de sobrevivência localizados numa região exposta ao risco (SINAPRED, 2003).

Já de acordo com Filgueira (2004), a ameaça refere-se à probabilidade da ocorrência de um evento físico capaz de ocasionar danos como terremotos, ciclones, inundações, secas, etc.

De acordo com Maskrey (1998), considera-se ameaça (para uma comunidade) como a probabilidade de que ocorra um fenômeno natural ou humano perigoso.

Segundo Santos (2007) ameaça é a estimativa de ocorrência e magnitude de um evento, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação.

Essa definição de ameaça elaborada por Santos (2007) torna-se um tanto quanto problemática e inaplicável ao relacioná-lo com a ameaça da seca, pois segundo Pereira et al. (2002) e Filgueira (2004), através da tecnologia que existe hoje, prever a iminência de uma seca não é uma tarefa fácil como se imaginava antes, muito menos prever a sua duração, magnitude e severidade, depois do evento já iniciado.

Segundo EIRD (2009, p. 3), a seca se caracteriza por ser uma ameaça hidrometeorológica:

As ameaças hidrometeorológicas são processos ou fenômenos naturais de origem atmosférico, hidrológico ou oceanográfico, que podem causar a morte ou lesões, danos materiais, interrupção da atividade social e econômica ou degradação ambiental. Exemplos de ameaças hidrometeorológicas são: inundações, fluxo de lodo e detritos, ciclones tropicais, frente de tempestades, raios/trovões, tempestades de neve, granizo, chuvas, ventos e outras tempestades severas; permagel (solo permanentemente congelado), avalanches de neve ou gelo; seca, desertificação, incêndios florestais, temperaturas extremas, tempestades de areia ou poeira.

Sobre o entendimento conceitual da seca como uma ameaça e às intempéries por ela gerada na região semiárida brasileira, foram cometidos grandes erros em um passado não tão distante, no sentido de se tentar “combater” o evento através das mais diversas ações, apresentadas como milagrosas (redenções para o Nordeste) e executadas pelos gestores públicos com recursos da União e dos Estados. Hoje, já se observa um grande avanço, com o advento de novas concepções, de combate as vulnerabilidades em que as populações se encontram inseridas e as tentativas constante de uma efetiva convivência com esta ameaça.

## **Vulnerabilidade**

De acordo com a Organização Pan-americana de Saúde – OPAS (2004) a vulnerabilidade é a suscetibilidade ou a predisposição intrínseca de um elemento ou um sistema de ser afetado gravemente. Peixoto (2008) completa este raciocínio afirmando que a vulnerabilidade é o “fator interno do risco”, dado que a esta situação depende quase que exclusivamente da relação com o homem e as suas atividades.

Segundo Cardona (1991), vulnerabilidade é a predisposição intrínseca de um sujeito ou elemento a sofrer dano devido a possíveis ações externas, portanto, sua evolução contribui de forma fundamental para o conhecimento do risco mediante interações do elemento susceptível com o ambiente perigoso.

Para Porto (2007) a vulnerabilidade no campo dos desastres pode ser entendida como uma propriedade de um sistema socioambiental. É o grau no qual um sistema ou unidade de exposição é susceptível a algum dano, decorrente de uma exposição a alguma perturbação ou estresse no sistema, bem como, a falta de habilidade para enfrentar, recuperar ou mesmo se adaptar de forma estrutural, perdendo características e adquirindo outras, ou seja, transformando-se em um novo sistema.

Para Vargas (2002), vulnerabilidade é a disposição interna de ser afetada por uma ameaça. Se não há vulnerabilidade, não há destruição ou perda. Esta visão mostra que a vulnerabilidade está relacionada ao grau de exposição e proteção de um determinado indivíduo, comunidade ou sociedade.

Nascimento (2009) afirma que vulnerabilidade define a magnitude dos impactos danosos de um evento sobre os alvos afetados. Este autor cita como exemplo a capacidade de resistência das construções diante de determinado fenômeno físico ou de processos que estimularam o desencadeamento dos desastres, que pode ser de natureza humana, socioeconômica ou ambiental. A ocorrência de determinado acontecimento traz consequências para as populações e aos bens envolvidos, enquanto os seus efeitos podem afetar o funcionamento das sociedades humanas e dos ecossistemas, que além das perdas econômicas podem gerar a perda de vidas.

Filgueira (2004) afirma que a vulnerabilidade refere-se à probabilidade de uma sociedade ou de um grupo social para sofrer danos a partir da ocorrência do evento físico. Nesse viés, Zanella (2010) afirma que a vulnerabilidade encontra-se diretamente relacionada com grupos vulneráveis (populações) que, por determinadas contingências,

são mais propensos a uma resposta negativa quando da ocorrência de algum evento adverso.

Segundo Deschamps (2004) citado por Zanella (2010), a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como uma zona onde coexistem riscos ambientais efetivos e populações em situação de vulnerabilidade social.

Ionescu et al. (2005) afirmam que o estudo das vulnerabilidades devem, idealmente, serem caracterizadas através de três princípios básicos: a entidade que é vulnerável (representada como um sistema dinâmico), o estímulo a que é vulnerável (a entrada do sistema) e os critérios de preferência que devem ser utilizados na avaliação, buscando sempre um resultado da interação entre a entidade e o estímulo.

O conceito de vulnerabilidade socioambiental vem sendo empregado em vários trabalhos que versam sobre riscos e ameaças, conceito holístico que une o termo vulnerabilidade aos aspectos sociais e ambientais de determinada área em estudo.

Este estudo usa a definição de vulnerabilidade adotada pelo IPCC (MCCARTHY et al., 2001 apud BHATTACHARYA; DASS, 2007), onde a vulnerabilidade de uma entidade é caracterizada por uma função da exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação, que por sua vez são definidos como:

$$\text{VULNERABILIDADE} = \text{EXPOSIÇÃO} \times \text{SENSIBILIDADE} \times \text{CAPACIDADE ADAPTATIVA}$$

Onde:

A Exposição - representa a amplitude e a frequência do evento experimentado pela entidade; a Sensibilidade - representa o impacto do evento que pode resultar na redução de bem-estar social, devido à incapacidade do local e dos indivíduos absorverem a energia emanada pelo evento; a Capacidade de adaptação ou capacidade adaptativa - representa a extensão que a entidade pode ter em modificar o impacto do evento com o intuito de reduzir a sua vulnerabilidade.

Bhattacharya e Dass (2007) analisaram através destes conceitos, a vulnerabilidade à seca dos 16 estados que compõe a Índia e que tipo de ações eram executadas com o intuito de minimizar as vulnerabilidades em que a população encontrava-se inserida.

## **Exposição**

O PNUD (2004) traz a definição de exposição como sendo o valor total de elementos em risco. Ele é expresso como o número de vidas humanas e/ou valor das propriedades que podem ser afetadas por riscos. A exposição é uma função da localização geográfica dos elementos.

UN-ISDR (2009) afirma que a exposição é caracterizada por pessoas e/ou propriedade, sistemas ou outros elementos presentes em zonas de risco, que são assim sujeitas a perdas potenciais. Quanto a quantificação e qualificação da exposição, estas podem ser dadas através do número de pessoas ou tipos de atividades em uma área que se encontram expostas ao risco.

Estes podem ser analisados através da vulnerabilidade particular de cada elemento exposto a cada risco específico, buscando estimar os riscos associados com os quantitativos de ameaça na área de interesse.

Bhattacharya e Dass (2007) no Projeto BASIC trazem o termo exposição como um conjunto de fatores que devem ser investigados, objetivando uma visão mais efetiva da exposição. Segundo esses autores, a exposição é mais bem entendida em termos de componentes, tais como: (i) as características de estímulo (isto é seca), (ii) a exposição da população (neste caso priorizando a população rural que depende efetivamente da produção agrícola), e (iii) a atividade exposta (neste caso, as atividades agropecuárias).

## **Sensibilidade**

Segundo Pavan (2012) a avaliação sensibilidade socioambiental é um passo fundamental para a formação da base de prevenção frente às ocorrências de eventos naturais de qualquer magnitude. Nesse caso, a implementação e efetividade da prevenção são influenciadas pela percepção individual e essa está fortemente influenciada por características pessoais e parâmetros sociais e culturais.

Segundo Buckley (1982, apud MUSSI, 2011) a sensibilidade pode ser expressa como medida que representa a facilidade com que um ambiente é afetado quando recebe alguma intervenção. É reflexo da susceptibilidade e da vulnerabilidade. É a resposta do ambiente a um dado stress e sua severidade.

Bhattacharya e Dass (2007) afirma que a sensibilidade pode representar o impacto do evento, que pode resultar na redução de bem-estar social, se houver uma

incapacidade do local e dos indivíduos ali residentes, absorverem a energia emanada pelo evento.

Segundo Cardona et al. (2012) sensibilidade pode ser considerada como a predisposição física de seres humanos, infraestrutura e ambiente a serem afetados por um fenômeno perigoso, devido à falta de resistência e predisposição da sociedade e dos ecossistemas a sofrer danos como consequência de condições intrínsecas e contexto que torna plausível que tais sistemas, uma vez impactados, entrarão em colapso ou em experiência de danos e prejuízos devido à influência de um evento de risco.

Segundo Smit e Wandel (2006) a interação das características sociais e ambientais determina o grau de exposições e sensibilidades, enquanto as várias características sociais, culturais, políticas e econômicas moldam a capacidade de adaptação.

Portanto, entende-se como sensibilidade, uma predisposição intrínseca ao meio socioambiental de sofrer ou não danos frente a um evento climático diverso.

### **Capacidade adaptativa**

Este conceito pode-se apresentar como capacidade adaptativa, capacidade de enfrentar ou somente capacidade, todos esses termos representam a forma pela qual certo indivíduo ou comunidade se comporta frente a um desastre.

O glossário do EIRD (2009) adota o termo “capacidade” como uma combinação de todas as forças e recursos disponíveis dentro de uma comunidade, sociedade ou organização que pode reduzir o nível de risco ou os efeitos de um evento ou desastre. O conceito de capacidade pode incluir meios físicos, institucionais, sociais ou coletivos, tais como liderança e gestão. A capacidade pode também ser descrita como uma aptidão.

Esse mesmo glossário traz a definição de “capacidade de enfrentar”, que é definida como:

Meios pelos quais a população ou organizações utilizam habilidades e recursos disponíveis para enfrentar consequências adversas que podem conduzir a um desastre. Em geral, isso implica na gestão de recursos tanto em períodos normais como durante tempos de crise ou condicionantes adversas. O fortalecimento das capacidades de enfrentar com frequência compreendem uma melhor resiliência para lidar com os efeitos das ameaças naturais e antropogênicas (EIRD, [2009], p.6).

EIRD (2009) ainda traz o conceito de desenvolvimento da capacidade como um conjunto de esforços dirigidos ao desenvolvimento de habilidades humanas ou infraestruturas sociais, dentro de uma comunidade ou organização, necessários para reduzir o nível de risco. Em termos gerais, o desenvolvimento de recursos institucionais, financeiros e políticos entre outros; tais como a tecnologia para diversos níveis e setores da sociedade.

Segundo Bhattacharya e Dass (2007), a capacidade adaptativa pode ser descrita como a capacidade de certa população que, exposta a um risco, tenta proteger-se utilizando medidas físicas ou teóricas de enfrentamento adequadas, bem como a capacidade desta entidade saber se aproveitar desses recursos.

### **2.3.Utilização de indicadores ambientais como ferramenta de gestão**

Os indicadores ambientais têm sido adotados em diversos estudos, nos quais há uma grande amplitude de variáveis influentes no fenômeno principal, sendo utilizados principalmente como ferramenta de gestão nas mais diversas áreas das ciências ambientais.

Segundo França (2001), os indicadores ambientais começaram a ser utilizados por meio do incentivo de governos e organizações internacionais na formulação e divulgação dos primeiros relatórios sobre o estado do meio ambiente, nas décadas de 70 e 80. Assim, o *World Resources Institute* (WRI), dos Estados Unidos, entre 1980 e 1990, desenvolveu uma pesquisa sobre indicadores ambientais que resultou na publicação do relatório chamado “Indicadores Ambientais: uma Abordagem Sistemática para Medir e Informar o Desempenho Político-Ambiental no Contexto do Desenvolvimento Sustentável” (*Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*).

Para a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 1993; 1994), um indicador deve ser compreendido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que sinalizam e fornecem informações sobre o estado de um fenômeno, com um alcance significativo.

Alguns autores definem indicadores como partes de informações que assinalam características dos sistemas, com ênfase em alguma variável destes. Nesse mesmo



contexto, Silva et al. (2010) consideram que a função dos indicadores é dar melhor compreensão às informações sobre dados complexos e são essenciais para uma melhor análise do desenvolvimento em várias dimensões (socioeconômicas, ambientais, geográficas, institucionais e culturais), uma vez que permitem verificar os impactos das ações humanas no ecossistema.

Segundo Santos (2010) os indicadores e índices são elaborados para exercerem as funções de simplificação, quantificação, análise e comunicação, o que permite entender fenômenos e torná-los quantificáveis, qualificáveis e compreensíveis.

Segundo Bomfim (2013), os indicadores, quando colocados de forma numérica, são valores medidos ou derivados de mensurações quantitativas e/ou qualitativas passíveis de serem padronizados e assim comparados com informações de outras áreas, regiões ou países. Dessa forma, possibilitam a seleção das informações significativas, a simplificação de fenômenos complexos, a quantificação de informação e a comunicação da informação entre coletores e usuários.

## **2.4. Indicadores de vulnerabilidade à seca**

Como exemplo da utilização de indicadores de vulnerabilidade à seca, tem-se o trabalho realizado por Salvati et al. (2009) esses autores buscaram desenvolver um índice sintético de vulnerabilidade à seca e à desertificação levando em conta informações como: mudanças climáticas, uso da terra, cobertura vegetal, características do solo e da população para parte da região da Itália. Esse índice de vulnerabilidade foi construído objetivando incluir e considerar um conjunto de especificidades da região, onde foi diagnosticado um aumento na vulnerabilidade nas regiões mais secas localizadas ao sul do território italiano no período de estudo, onde se pôde perceber também uma presença de agricultura intensa, degradação ambiental e grandes pressões antrópicas no ambiente.

Já Babaei (2012) apresentou uma abordagem para uma representação espacial de avaliação de vulnerabilidade à seca na zona central do Irã, usando uma série de indicadores e atributos de multitomada de decisão como método de desenvolver um quadro para avaliar as prioridades relativas de avaliação de seca, com base em um conjunto de preferências, critérios e indicadores.

Antwi-Agyei (2012) utilizou modelos multiescala e indicadores multimétodos para avaliar a vulnerabilidade da produção agrícola à seca em escala nacional e regional.

Isto feito através de uma metodologia comparativa entre 10 regiões de Gana, na África Sub-saariana. O estudo ilustra uma análise quantitativa nacional e regional para avaliar as diferenças na sensibilidade à seca de sistemas de produção de alimentos e mostrar como essa avaliação permite a formulação de mais de um distrito alvo e investigação no nível da comunidade que pode explorar os sistemas de vulnerabilidade e de mudança em uma escala local.

Os resultados levantados por Antwi-Agyei (2012) mostram que a vulnerabilidade da produção agrícola à seca em Gana tem discerníveis padrões geográficos e socioeconômicos, onde os do Norte, Oeste e Altas Regiões do leste são os mais vulneráveis. Em parte, isso acontece porque essas regiões têm a menor capacidade de adaptação devido ao baixo desenvolvimento socioeconômico e têm economias baseadas na agricultura de sequeiro.

Safi (2012) investigou a influência de vulnerabilidade às mudanças climáticas em função da vulnerabilidade física, sensibilidade e capacidade de adaptação dos fazendeiros e agricultores do estado de Nevada nos Estados Unidos, para avaliar as suas relações com as mudanças climáticas, crenças e percepções de risco, orientações políticas e características socioeconômicas. Seguindo uma abordagem semelhante à utilizada por Safi (2012), os pesquisadores Bhattacharya e Dass (2007) analisaram a vulnerabilidade à seca dos estados da Índia e que tipo de ações eram efetuadas com o intuito de minimizar as vulnerabilidades em que a população encontrava-se inserida. Este estudo foi financiado pela União Europeia e foi denominado de projeto BASIC.

Através de todas as pesquisas realizadas, optou-se por utilizar a metodologia proposta por Bhattacharya e Dass (2007), adaptando-se alguns critérios que forem inconsistentes para a escala e especificidades próprias do semiárido brasileiro.

## CAPÍTULO III

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: internet

#### Exaltação ao Nordeste

*Luiz Gonzaga de Moura*

*Eita, Nordeste da peste,  
Mesmo com toda sêca  
Abandono e solidão,  
Talvez pouca gente perceba  
Que teu mapa aproximado  
Tem forma de coração.  
E se dizem que temos pobreza  
E atribuem à natureza,  
Contra isso, eu digo não.  
Na verdade temos fartura  
Do petróleo ao algodão.  
Isso prova que temos riqueza  
Embaixo e em cima do chão.  
Procure por aí a fora  
"Cabra" que acorda antes da aurora  
E da enxada lança mão.  
Procure mulher com dez filhos  
Que quando a palma não alimenta  
Bebem leite de jumenta  
E nenhum dá pra ladrão  
Procure por aí a fora  
Quem melhor que a gente canta,  
Quem melhor que a gente dança  
Xote, xaxado e baião.  
Procure no mundo uma cidade  
Com a beleza e a claridade  
Do luar do meu sertão*

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Neste capítulo estão expressas algumas considerações sobre a região semiárida brasileira e paraibana, suas singularidades e as principais características dos municípios escolhidos para área de estudo.

#### **3.1.Semiárido brasileiro e paraibano**

Segundo Silva (2006), o semiárido brasileiro é caracterizado por ser uma região com solos pobres em matérias orgânicas e pelo baixo índice de chuvas, o que caracteriza a aridez sazonal.

Em relação a definição para delimitação das zonas secas no mundo, destaca-se que em 1977 foi estabelecida pela ONU, na 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, o Plano de Ação de Combate à Desertificação das Nações Unidas (UNESCO, 1977), que definiu como parâmetros para isso o grau de aridez de uma região através da precipitação das águas das chuvas e da temperatura presente na mesma. Pois é por meio desta que há uma perda de água causada pela evapotranspiração potencial. Dessa forma, Com base no índice, as terras áridas, semiáridas e sub-úmidas secas do planeta compreendem cerca de 51.720.000 km<sup>2</sup>, ou seja, quase 33% de toda superfície terrestre (SILVA, 2006, p. 15).

No Brasil, o semiárido já recebeu diversas denominações, como: Sertão e Nordeste das Secas. Segundo Brasil (2005) citado por Silva (2006), esse território abrange cerca de 1.133 municípios com um área de 969.589,4 km<sup>2</sup>, correspondendo a quase 90% da região Nordeste e mais a região setentrional de Minas Gerais. Com uma população de 21 milhões de pessoas, o semiárido é marcado pelo abandono governamental. Na busca por melhores condições de vida, o “povo sertanejo” acaba migrando para os grandes centros urbanos, onde na maioria das vezes não encontrarão trabalho, devido à falta de qualificação exigida. Assim, a dificuldade em oferecer oportunidade de emprego para essas pessoas acaba ocasionando outros problemas nas cidades, devido à falta de infraestrutura básica e ao tamanho da população que migra.

Segundo os autores Cirilo et al. (2011) e Melo (2008), o clima da porção semiárida brasileira é caracterizada por baixas precipitações pluviométricas, mal distribuídas no tempo (fortemente concentrado em quatro meses entre os meses de

fevereiro-maio) e no espaço, e elevados níveis de evaporação, o que gera um déficit hídrico e consequentemente elevação do índice de aridez. As tipologias de solos são rasas e pouco desenvolvidas, haja vista o baixo nível de intemperismo químico das rochas. As limitações hídricas da região impõem a necessidade de um adequado manejo do solo, manutenção de sua cobertura vegetal, com o intuito de evitar a erosão e a adoção de práticas conservacionistas que possibilitem a manutenção do equilíbrio.

Melo et al. (2008) afirmam que:

[...] nessa porção semiárida do Brasil se instalou, desde o período colonial, uma formação socioeconômica que não levou/leva em consideração as peculiaridades ambientais como limitantes ao uso desordenado dos recursos naturais locais, tendo em vista que o papel desempenhado pela região na divisão internacional do trabalho, naquele momento, foi de fornecedora de carne para abastecimento da região canavieira; paralelamente a essa função, a região também desenvolveu uma agricultura de subsistência, voltada para a produção de gêneros de primeira necessidade, sem nenhuma preocupação de cunho técnico, função que desempenha até os dias atuais. (MELO et al., 2008, p. 166).

Os métodos utilizados nas atividades agrícolas são praticadas são características importantes e que influenciam principalmente nas formas de desenvolvimento econômico na região semiárida brasileira, onde por uma questão cultural, insiste-se na utilização de modelos de regiões subúmidas, conduzindo à terra a uma superexploração e a uma sobrecarga na base de recursos naturais. O elevado nível de pobreza da população rural que dependente da agricultura agrava esse quadro.

Araújo (2002) afirma que o semiárido tem sido caracterizado pelas condições adversas de fatores ambientais, como clima e vegetação, que têm interagido de forma negativa com ações antrópicas, essas provavelmente realizadas desconsiderando características intrínsecas dessa região.

Sobre isso, Melo et al. (2008) afirmam que o modelo expropriador implantado na região semiárida brasileira desde sua colonização ampliou a vulnerabilidade ambiental local e também a vulnerabilidade socioeconômica da população, na medida em que a mesma, desprovida de meios de subsistência, passou a desenvolver uma dependência em relação aos recursos naturais, sendo a extração da madeira para produção de estacas, lenha e carvão vegetal, muitas vezes, a única fonte de renda para muitas famílias, principalmente, no período de estio, o que acarreta na perda de diversidade vegetal, redução da fertilidade e ampliação da exposição do solo aos agentes erosivos, dentre outras consequências que favorecem a desertificação.

No mesmo viés, Duarte (2009) afirma que o mau uso das terras, o uso de tecnologia inadequada e a falta de um planejamento são fatores que concorrem para o empobrecimento, não apenas dos recursos naturais, mais também da população que sobrevive desses recursos.

Outro fato importante fator que faz com que as consequências da seca se agravem, é a falta de prevenção e preparação por parte dos órgãos governamentais responsáveis e pelos produtores, tendo em vista a inconstância da seca e a forma gradual com que ela se apresenta, e muitas vezes sem previsão fidedigna de sua severidade, duração e período de retorno.

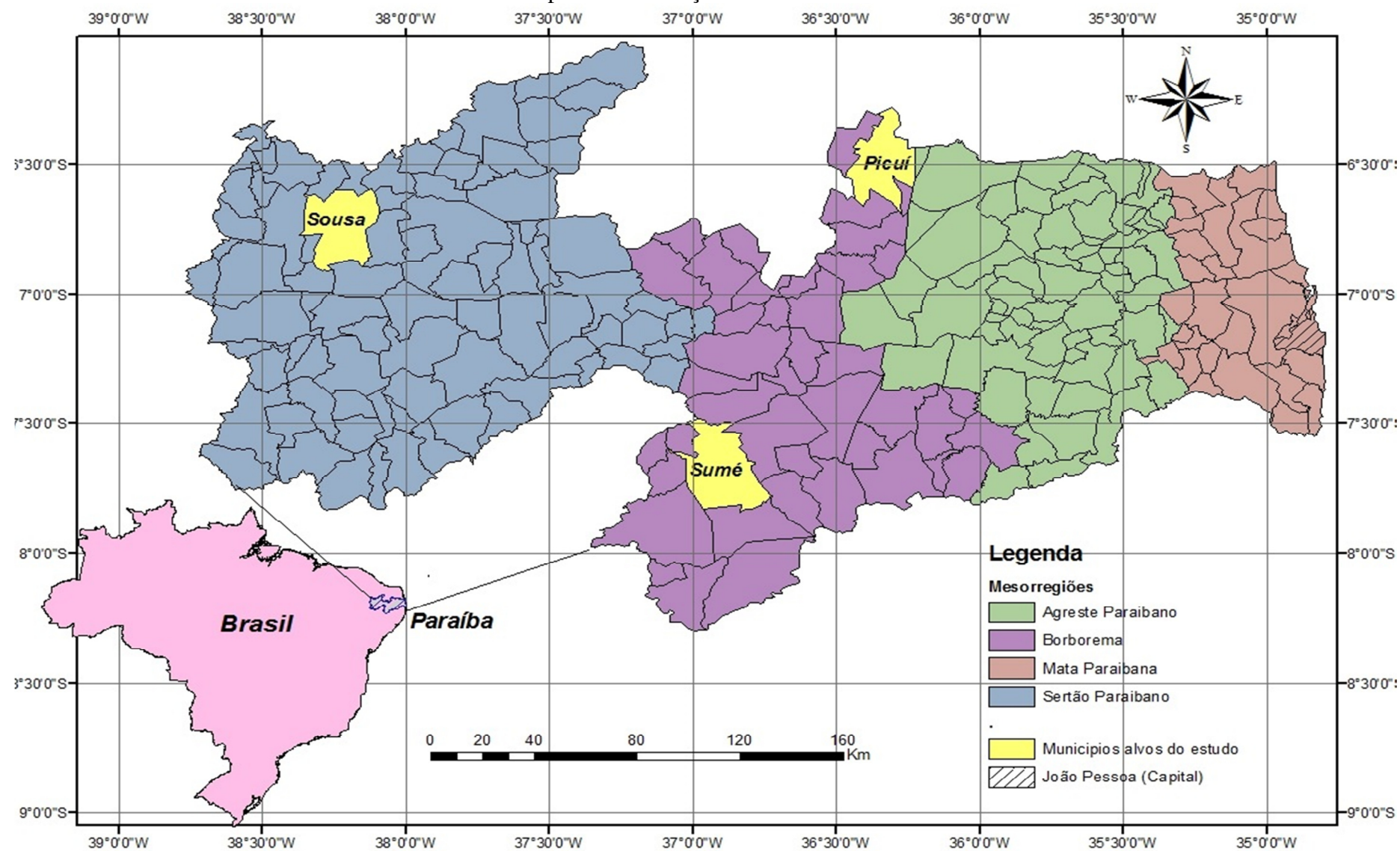
Em função do exposto, para a escolha dos municípios alvos deste estudo, foi realizada uma pesquisa que visava analisar as condições socioeconômicas da região semiárida paraibana. Foram selecionadas como áreas testes desta pesquisa, para análise comparativa de vulnerabilidade à seca, os municípios de Picuí, localizado na mesorregião da Borborema, o município de Sumé, também localizado na mesorregião da Borborema, e o município de Sousa, inserido na mesorregião do Sertão (Mapa 1).

Segundo as pesquisas já realizadas, essas duas mesorregiões paraibanas são as que, tradicionalmente, possuem maior recorrência de desastres relacionados com a ameaça das secas, por apresentarem altos índices de pobreza e de miserabilidade, aliado aos menores índices de precipitação e o regime intermitente de seus rios. Pretendeu-se assim, obter um panorama geral das regiões que mais sofrem com a seca e utiliza-las como áreas-piloto de estudo, na tentativa de adaptação da metodologia de Bhattacharya e Dass (2007).

Esses três municípios escolhidos se encontram inseridos na delimitação do semiárido brasileiro, proposta pelo Ministro da Integração Nacional (BRASIL, 2005). Outro fator importante para a escolha dos três municípios, foi que eles apresentam características distintas dentro dos contextos microclimáticos, sociais, culturais e econômicos.



Mapa - 1 Localização da área de estudo



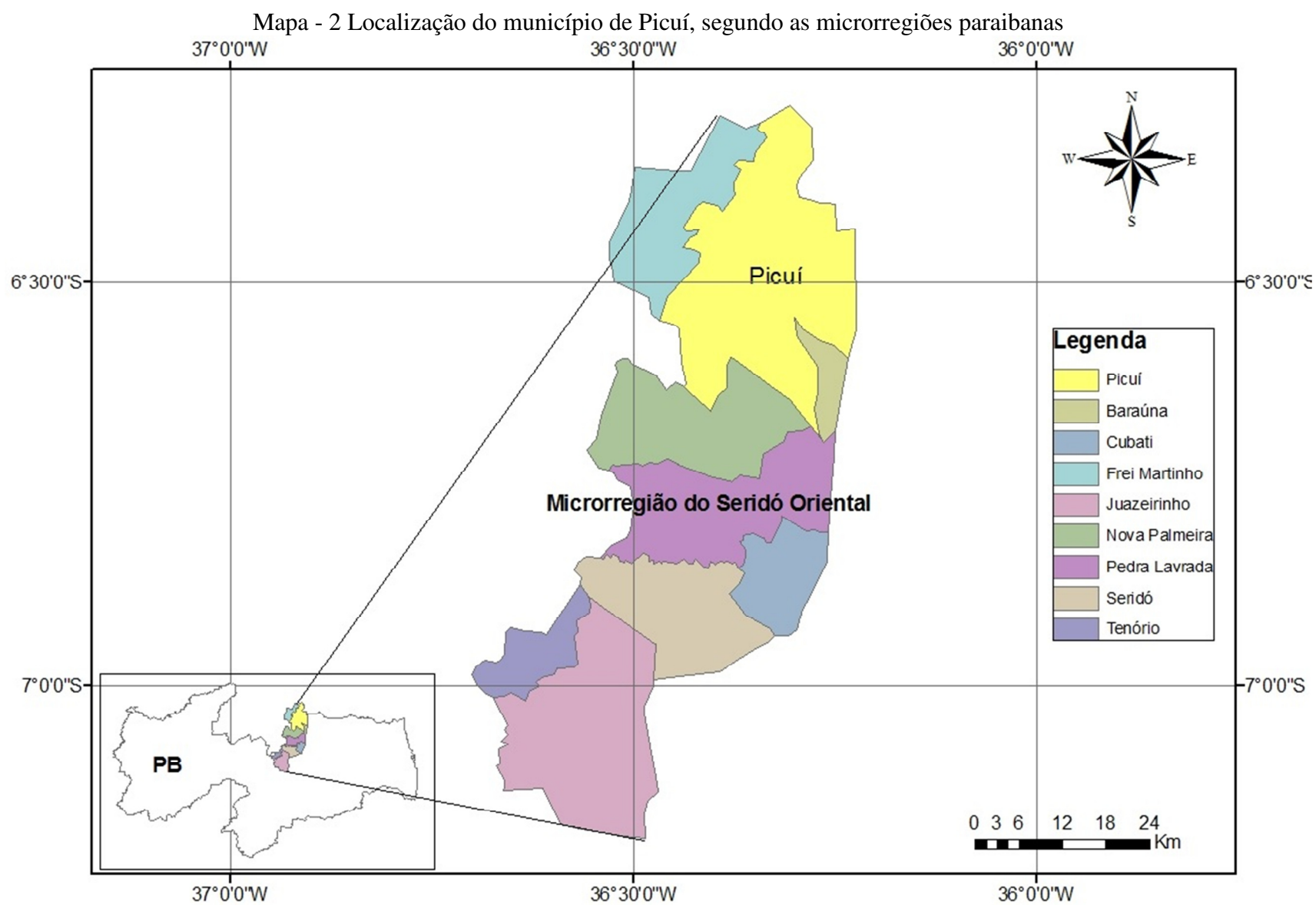
Elaboração do autor.

### **3.2.Município de Picuí - PB**

Localizado na mesorregião da Borborema, na porção norte do Estado, esse município encontra-se inserido na microrregião do Seridó Oriental Paraibano (Mapa 2), com uma área de 693,20 km<sup>2</sup> ocupa 1,23% do território do Estado. A sua sede Municipal tem a posição geográfica na intersecção das coordenadas S06°30'38" e W36°20'52", encontrando-se a uma altitude de 440m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte e a Nordeste com o estado do Rio Grande do Norte, ao Sul com o município de Nova Palmeira, a Leste com os municípios de Baraúnas, Cuité e Nova Palmeira e a Oeste, com o município de Frei Martinho e o Estado do Rio Grande do Norte.

Segundo o PAN-BRASIL (2005), o município encontra-se incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro definida pelo MI (2005), delimitação que teve como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca. Não diferente das demais áreas semiáridas, esse município caracteriza-se por evapotranspiração elevada, ocorrência de longos períodos de secas, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita consequentemente seu potencial agropecuário (ALVES; ROCHA, 2007).





## Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, no município de Picuí predomina o tipo **Bsh**: semiárido quente, abrangendo a área mais seca do Estado, com uma precipitação pluviométrica média anual de 339 mm (SILVA, 2002) e uma estação seca que pode atingir 11 meses, com temperaturas nunca inferiores a 24 °C.

Segundo a classificação de Gaussen, na região são definidos três tipos de clima: **2b**, Sub-desértico quente de caráter tropical, com índices xerotérmicos variando de 200 a 300 e estação seca de nove a onze meses, **4aTh** Termoxeroquimênico acentuado (tropical quente de seca acentuada), com índices xerotérmicos variando de 150 a 200 e estação seca longa de 7 a 8 meses, e por último o clima **3bTh** Termomediterrâneo (Mediterrâneo quente ou nordestino de seca média) com índices xerotérmicos variando de 100 a 150 e estação seca de cinco a sete meses (BRASIL, 1972).

Segundo FIPLAN (1980) outras características climáticas do município de Picuí são: precipitação média anual de 339mm, temperatura média anual de 26,5 °C, evapotranspiração média anual de 1.660 mm, deficiência hídrica média anual de 1.324,5mm, índice hídrico de Thornthwaite igual a -47 e índice de aridez de Thornthwaite igual a 0,20.

Conforme Paraíba (2006), a precipitação predominante fica abaixo de 600 mm/ano e nesta região onde está localizado o município em questão, as chuvas sofrem influência das massas Atlânticas de Sudeste e do Norte (FRANCISCO et al., 2011).

Os dados mensais e anuais de precipitação pluviais utilizados no presente estudo, foram coletados no posto pluviométrico do município de Picuí, localizado nas coordenadas geográficas de latitude S06°30'18", longitude W36°20'48,84" e altitude de 440 metros referentes ao período de 1996 a 2012, totalizando dezesseis anos de observações de precipitações, dados estes disponibilizados pela AESA em seu site institucional.

## Vegetação

Nessa região como um todo, predomina o bioma caatinga, o qual tem atravessado um amplo processo de degradação ambiental através da desertificação do

seu solo e vegetação, e que paulatinamente estão sendo agravadas pelas práticas agrícolas irregulares, extração vegetal desenfreada e mineração.

### **Características geológicas e pedológicas**

De acordo com os dados do Atlas do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PARAÍBA, 2006), a geologia predominante está representada pela Formação Seridó e Grupo Seridó indiscriminado; Complexo Serrinha Pedro Velho; Granitóide de quimismo indiscriminado e Suíte Poço do Cruz. Na área do município de Picuí é encontrado basicamente o Argissolo; o Luvisolo Crômico Órtico típico; o Neossolo Flúvico Eutrófico Solódico; os Neossolos Litólicos Eutróficos e os Neossolos Regolíticos Eutróficos (FRANCISCO et al., 2011).

O município de Picuí destaca-se como um centro de comércio de minério. A porção oriental do Seridó, que se estende de Picuí até Juazeirinho, sobressai por apresentar a maior concentração de ocorrências de minerais de pegmatito do estado. Distingue-se, sobretudo, a tantalita, a columbita, a cassiterita e o berilo, cujo maior número de jazidas encontra-se localizado nos municípios de Frei Martinho, Picuí, Pedra Lavrada, Nova Palmeira e Juazeirinho (MOREIRA, 1989 apud SILVA, 2002).

As indústrias de transformação de argila (tijolo e telha) que de certa forma, têm uma grande representatividade econômica, participam expressivamente no mercado de trabalho e na renda regional (PRODER, 1996).

Silva (2002) afirma que a mineração cresce em importância, sobretudo durante as secas, quando o garimpo passa a ser uma alternativa de trabalho regional, desempenhando importante papel na fixação da população no município.

### **Recursos hídricos**

Segundo a CPRM (2005a) Picuí encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas, sub-bacia do rio Seridó. Seus principais tributários são: os rios Picuí, Letreiro e da Passagem, além dos riachos: Quixaba, Carrapateira, da Serrinha, da Pimenteira, Pimenta, Malhada do Rancho, da Torre, da Grota Funda, da Serra da Lagoa, Saco do Jirau, do Juazeiro, do Medo, Olho d' Água, da Várzea Grande, entre outros.

Todos os cursos d' água têm regime de escoamento intermitente e padrão de drenagem dendrítico. Os principais corpos de acumulação no município são os açudes Várzea Grande, Caraibeiras (Figura 1), Conceição, do Dedo, Carrapato, Picuí e da Jurema, além das lagoas: do Canto, do Deserto, Cercada, do Junco e de Montevideu.

Figura - 1 Açude Caraibeiras no município de Picuí, completamente seco



Fotografia do autor, 05 de agosto de 2013.

Tornar-se importante ressaltar que no mês em que o município de Picuí foi visitado (agosto), o Açude Várzea Grande contava apenas com 30,8% de sua capacidade total, enquanto o Açude Caraibeiras, segundo maior reservatório do município, encontrava-se completamente seco AESA (2013).

Na realização dos trabalhos de campo no município pode-se constatar com conversas informais com alguns agricultores e com o próprio Secretário de Agricultura do município, que praticamente toda a região rural depende do abastecimento de água oriunda de “carros pipas” (Figura 2), que ainda se configura como uma alternativa emergencial e inadequada para uma gestão efetiva de recursos hídricos.

Figura - 2 Abastecimento da zona rural do município de Picuí feito por “carros pipas”



Fotografia do autor, 05 de agosto de 2013.

A área urbana é atendida pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), que para isso, se utiliza das águas do açude Várzea Grande (localizado no município de Picuí). Este açude é responsável pelo abastecimento das cidades de Picuí, Baraúnas e Frei Martinho. No presente momento, a CAGEPA e a AESA estudam a possibilidade de também abastecer o município de Nova Palmeira.

### **Características socioeconômicas**

A cidade de Picuí possui uma população total de 18.222 habitantes (IBGE, 2010) e é caracterizada como polo de desenvolvimento das microrregiões do Seridó Oriental paraibano e Curimataú Ocidental. Oferece suporte a 16 municípios dessas microrregiões, que compreendem uma área de 5.196,020 km<sup>2</sup> e uma população de 135.149 habitantes (PDI IFPB, 2010).

A economia do município está concentrada em duas grandes atividades: o trabalho rural e o trabalho no setor público municipal. Há ainda a atividade econômica da mineração por garimpagem, que é desenvolvida em estágio incipiente, de forma exploratória e informal. Essa atividade vem se expandindo a cada ano, e sempre atingindo novas áreas antes não exploradas, sem a promoção da sustentabilidade de local (PDI IFPB, 2010).

No município de Picuí, estima-se que a exploração dos recursos naturais tenha aumentado paulatinamente nos últimos anos, o que tem provocado o aumento de áreas com solos desnudos e, segundo observações de Silveira et al. (2012), uma maior amplitude térmica diária, que caracteriza as áreas em processo de desertificação.

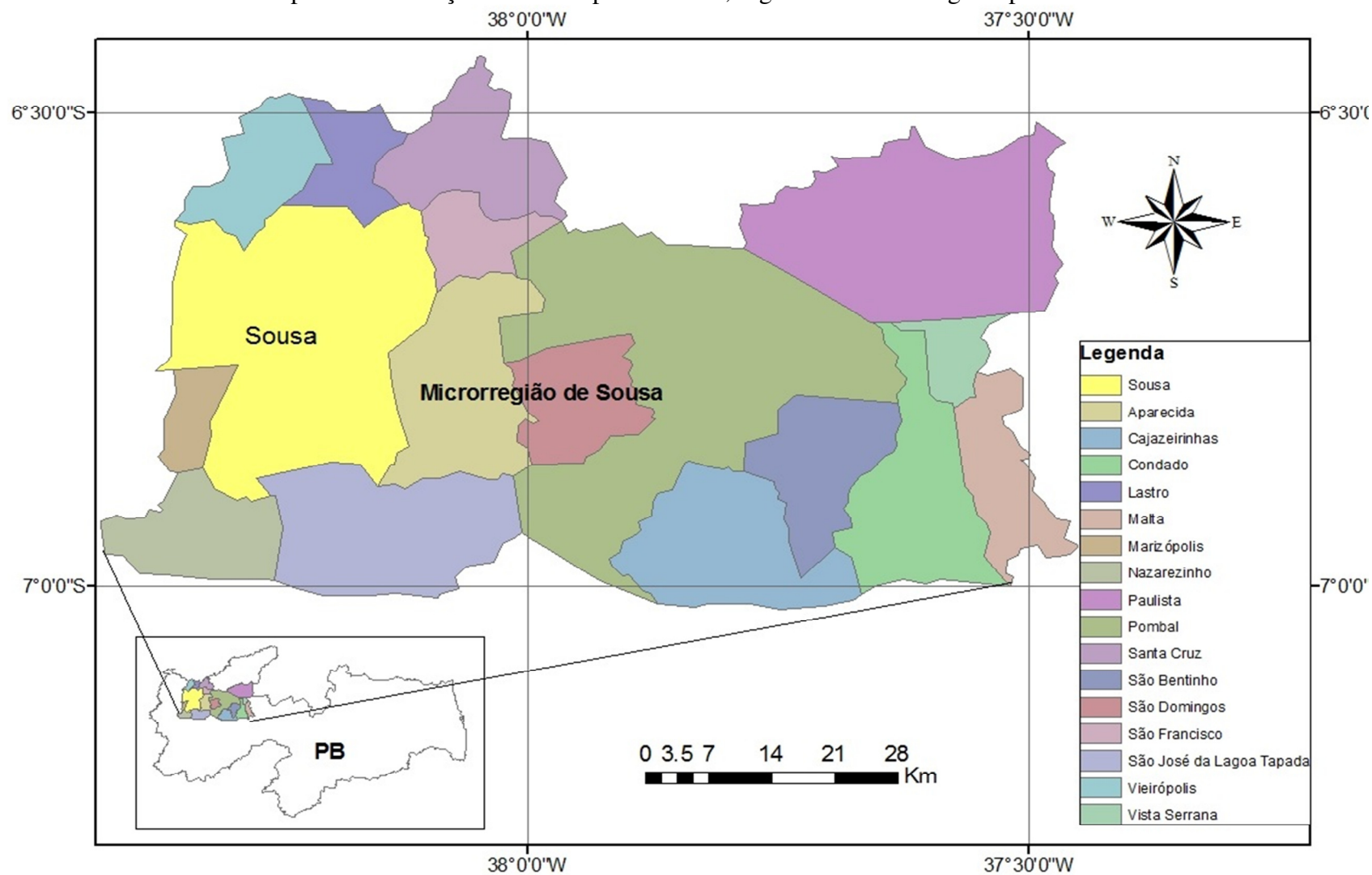
Segundo Santos et al. (2013) o aumento de áreas em processo de desertificação e a diminuição das áreas verdes e cultiváveis trazem graves consequências à população rural localizada nas comunidades de base agroecológica do município de Picuí, que necessita muitas vezes se deslocar para o centro urbanizado, fugindo da realidade da seca, deixando suas propriedades rurais abandonadas sem nenhuma estratégia para recuperação de áreas degradadas.

### **3.3.Município de Sousa - PB**

Para a mesorregião sertaneja foi selecionado o município de Sousa, com uma área de aproximadamente 847,2 km<sup>2</sup>, equivale a 1,49% da região do estado, localizado na Microrregião de Sousa (Mapa 3). A sede municipal tem sua posição geográfica na interseção das coordenadas S6°45'33" e W38°13'56" e uma altitude aproximada de 224 metros.

O município também se encontra incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005 (PAN-BRASIL, 2005).

Mapa - 3 Localização do município de Sousa, segundo as microrregiões paraibanas



Elaboração do autor

## Clima

A situação geográfica do município determina suas condições climáticas. Segundo a classificação de Köppen, o clima da área em estudo é do tipo **AW'** quente e úmido. De acordo com a classificação de Gaussen o clima é do tipo termoxeroquimênico acentuado (tropical quente de seca acentuada) – **4aTh**, com estação seca longa, 7 a 8 meses e o índice xerotérmico que indica o número de dias biologicamente secos, está compreendido entre 150 e 200 (BRASIL,1972).

A região que compreende o município de Sousa se caracteriza por chuvas concentradas nos meses de janeiro a abril, estabelecendo um longo período de estiagem nos meses restantes do ano; as temperaturas variam entre 25 °C a 38 °C e a umidade relativa do ar em torno de 64% (EMBRAPA, 1999).

Segundo FIPLAN (1980), outras características climáticas do município de Sousa são: precipitação média anual de 783,9 mm, temperatura média anual de 26,5 °C, evapotranspiração média anual de 2937,0 mm, deficiência hídrica média anual de 2153,1 mm, índice hídrico de Thornthwaite igual a -38 e índice de aridez de Thornthwaite igual a 0,26.

Araújo (2002) analisou as taxas de evaporação observadas no posto evaporimétrico de Sousa-PB, por meio de uma série de 14 anos (1969 a 1983), onde constatou que os meses de outubro, novembro e dezembro possuíam maiores quantidades de evaporação e o período de fevereiro a junho, como as menores quantidades.

## Vegetação

A vegetação predominante da área é a caatinga hiperxerófila, caracterizada por espécies de porte variável entre arbóreo ou arbustivo, com caráter xerófilo. Esta vegetação vem sendo devastada pela ação antrópica ao longo dos anos desde a colonização da região, provavelmente não existindo mais em sua formação primitiva.

As principais espécies da caatinga observadas em campo por Araujo (2002) foram: Umari bravo - *Calliandra spinosa*, Jurema branca - *Pithecolobium dumosum*, Jurema Preta - *Mimosa acutistipula* Benth., Favela - *Cnidoscolus philacanthus*, Pax e Ka Hoffman, Pinhão bravo - *Jatropha pohliana*, Velame - *Croton campestris*, Cardeiro -



*Cereus jamacaru*, D.C., Xique xique - *Cereus gommellei*, Catingueira - *Caesalpinia pyramidalis*, Tul., Aroeira - *Schinus aroeira*, Vell., Marmeleiro - *Croton* sp., Pereiro - *Aspidosperma pyrifolium*, Palmatória braba - *Opuntia palmadora*, Martius, Juazeiro - *Ziziphus juazeiro*, Martius, Angico - *Anadenanthera macrocarpa*, Oiticica - *Licanea rígida*, Benth, Carnaúba - *Copernicia cerífera* Martius, Mufumbo - *Combretum leprosum*, Martius, Mata-pasto - *Cassia uniflora*, Mill.

### **Características geológicas e pedológicas**

Parte do município encontra-se inserido na bacia sedimentar do rio do Peixe, originada por reativação de falhas tectônicas ocorridas no cretáceo inferior, fato que possibilita a perfuração de poços para a extração de água do lençol freático. O relevo da bacia é plano a suave ondulado, com superfície inclinada das bordas para o seu centro, com níveis altimétricos em torno de 200 metros. O relevo das áreas adjacentes apresenta-se de um patamar plano a suave ondulado, com altitude média de 235m acima do nível do mar (EMBRAPA, 1999).

Ao Norte e no extremo Sul localizam-se as áreas do embasamento cristalino, com altitude superior a 270m e relevo mais movimentado, variando de ondulado a montanhoso.

Silva Neto (2013) pode identificar a ocorrência de cinco tipos distintos de solos na região, sendo eles Neossolo Flúvico, Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Vertissolo e Planossolo Nátrico.

### **Recursos hídricos**

O município de Sousa encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas, entre a região do Alto Piranhas e a sub-bacia do rio do Peixe. Segundo a CPRM (2005b), seus principais tributários são os rios: do Peixe, Piranhas Velho e Piranhas, além dos riachos: Araras, da Serra, Santa Rosa, das Areias, do Cupim, Cipó, Seco, do Boi Morto, Riachão dos Anísios, da Mutuca, da Picada, Logradouro, dos Gatos, Lamarão e Califórnia. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

Os principais corpos de acumulação são os açudes: São Gonçalo (Figura 3), Velho, Juá e dos Patos, e as lagoas: da Vereda, da Estrada e de Forno.

Figura - 3 Açude de São Gonçalo no município de Sousa, com apenas 27,3% da sua capacidade total, segundo a AESA (2013)

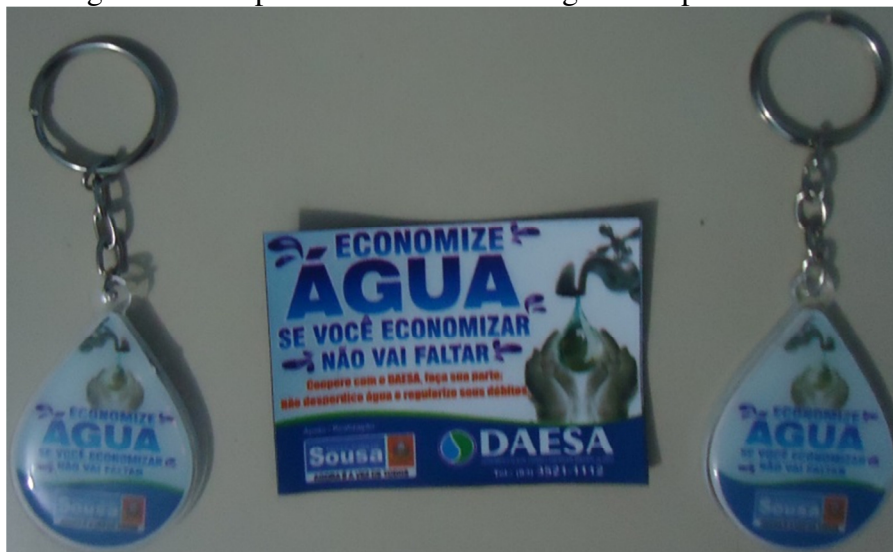


Fotografia do autor, 10 de setembro de 2013.

As áreas urbanas do município de Sousa são abastecidas pelo açude Engenheiro Ávidos e são distribuídas pelo Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), órgão criado pelo próprio município com o intuito de dinamizar o abastecimento em toda a região urbanizada.

No presente momento a DAESA realiza uma campanha de conscientização sobre o desperdício de água no município (Figura 4), por meio da distribuição de panfletos, imãs de geladeira e chaveiro que tratam do tema em questão, como pode se ver na fotografia:

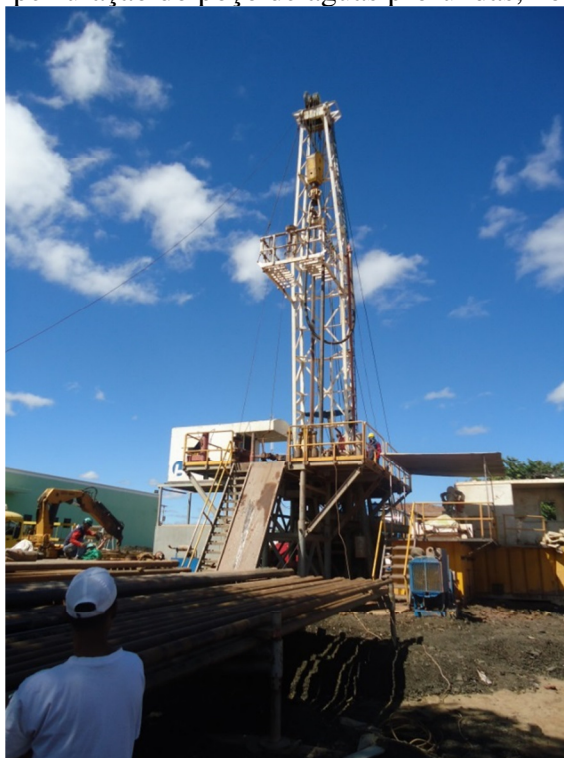
Figura - 4 Campanha de economia de água feita pela DAESA



Fotografia do autor, 11 de setembro de 2013.

Através de articulações com o Ministério da Integração Nacional, o município de Sousa foi contemplado com a perfuração de um poço de águas profundas na região da bacia sedimentar do rio do Peixe (Figura 5), fato este que pode aumentar exponencialmente a oferta de água para o abastecimento urbano de Sousa.

Figura - 5 Obras de perfuração do poço de águas profundas, no município de Sousa



Fotografia do autor, 12 de setembro de 2013.

## Características socioeconômicas

Dentre os três municípios escolhidos para o estudo, o município de Sousa é o que possui maior população residente com cerca de 65.803 habitantes, (IBGE, 2010). Em termos econômicos, a cidade de Sousa é um dos centros mais importantes e desenvolvidos do alto sertão paraibano, possuindo uma economia bastante diversificada, abrigando grandes empresas e indústrias de produtos alimentícios e laticínios, se destacando como uma das cidades mais industrializadas da Paraíba, com pouco mais de 164 indústrias. Nos últimos anos o município vem passando por um grande momento de especulação imobiliária (Figura 6), devido a projetos do Governo Federal (Minha Casa Minha Vida) e aos polos universitários ali existentes (UFCG-Campus Sousa e IFPB-Campus Sousa).

Figura - 6 Canteiro de obras de casas populares, no município de Sousa



Fotografia do autor, 12 de setembro de 2013.

A cidade se destaca também na produção de coco, sendo feita quase que exclusivamente dentro do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG). O PISG está localizado no distrito de São Gonçalo, a 15 km da sede do município, a sudoeste da cidade de Sousa situado nas coordenadas geográficas S 06 ° 50` 22" e W 38 ° 18` 39". Com uma área total de 5.290 ha (DNOCS, 1996), ele é considerado um dos mais importantes projetos de irrigação administrados pelo DNOCS da Paraíba.

Do ponto de vista econômico, a produção agrícola realizada no PISG (Figura 7) tornou-se fonte de renda para diversas famílias e responsável por parte do abastecimento

de frutas de grandes centros urbanos do país, tornando-se assim elemento de grande importância econômica para a região como um todo.

Segundo Silva Neto (2013) são culturas trabalhadas dentro dos limites do PISG: culturas temporárias como: feijão, milho, arroz; culturas permanentes como: coco, banana, manga, goiaba, jaca, etc.; pastagens nativas ou plantadas; um misto de pastagem e agricultura de sequeiro e manutenção da vegetação nativa, além da prática da piscicultura em alguns corpos d'água.

Figura - 7 Perímetro Irrigado de São Gonçalo



Fotografia do autor, 12 de Setembro de 2013.

Na fotografia acima pode-se ver principalmente o cultivo de dois tipos de culturas: o do coco e o da bananeira.

Ainda no ramo agrícola, o projeto do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS), conta com inovação produtiva no setor biodinâmico (Figura 8), em projetos de grande e pequeno porte.



Figura - 8 Perímetro irrigado das Várzeas de Sousa



Fonte: Gustavo Goretti, in: [http://forumirrigacao.blogspot.com.br/2012\\_11\\_01\\_archive.html#.UvDZm\\_ldVu4](http://forumirrigacao.blogspot.com.br/2012_11_01_archive.html#.UvDZm_ldVu4).

Apesar da importância econômica anteriormente destacada, a agricultura irrigada, se mal executada, pode trazer diversos problemas aos recursos naturais, criando ou acelerando alguns processos que provocam a degradação de várias áreas, gerando os mais diversos problemas ao ambiente.

Ao classificar estas áreas em Souza, Araújo (2002) afirma que são de alta vulnerabilidade, principalmente devido a presença de grandes manchas de solos salinos e consequentemente de alto risco a desastre e desertificação. No mesmo sentido, o trabalho de Silva Neto (2013) traz um mapeamento experimental destas áreas degradadas e através da análise do solo, pode constatar altos índices de salinidade em alguns locais (Figura 9).

Figura - 9 Área com elevados problemas de salinidade no PISG

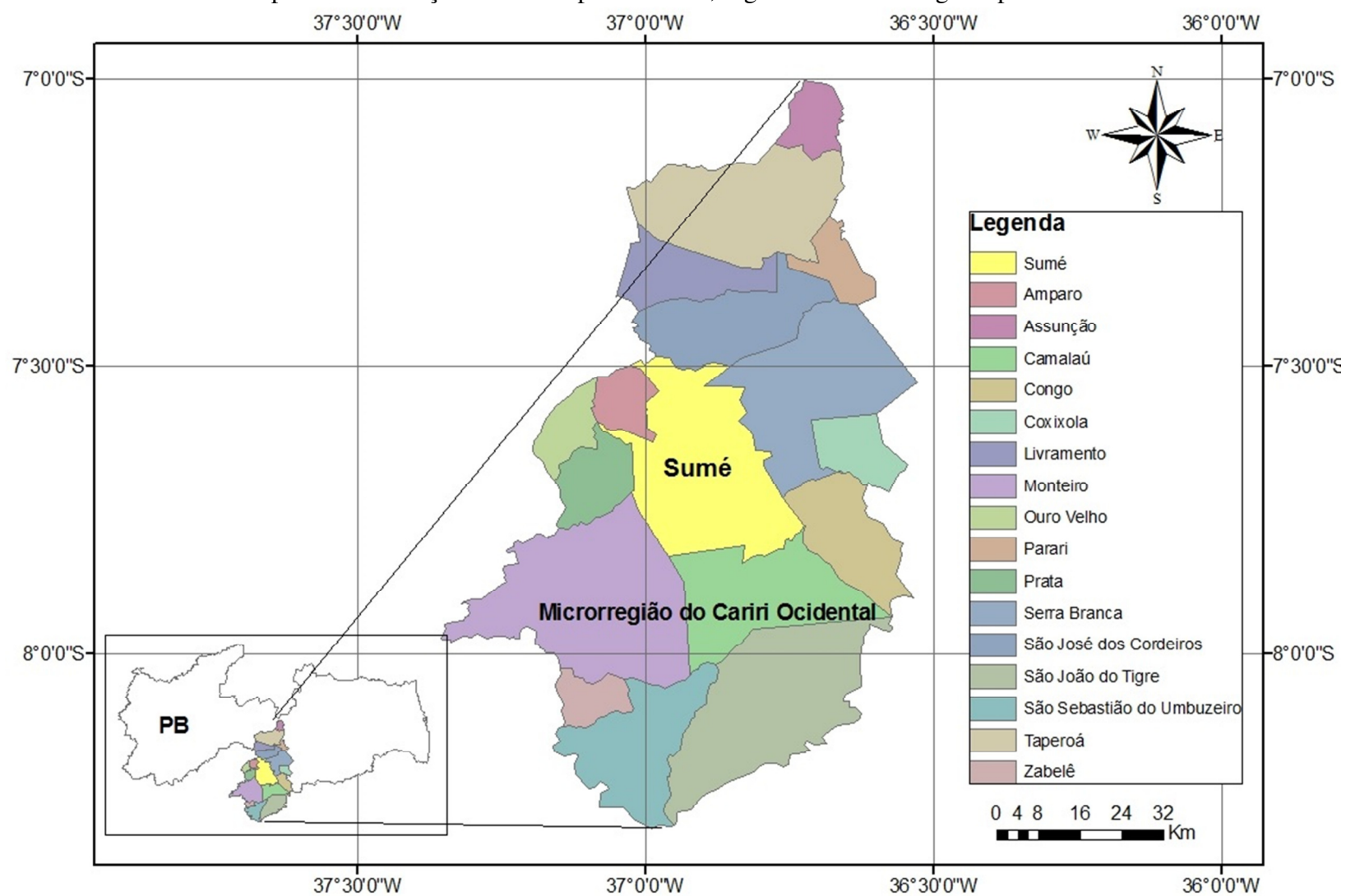


Fonte: Silva Neto (2013).

### **3.4.Município de Sumé - PB**

Na mesorregião da Borborema foi selecionado o município de Sumé, com uma área aproximada de 850,27 km<sup>2</sup>, representando 1,53% da área do estado da Paraíba. O marco zero da cidade de Sumé fica localizado entre as coordenadas: S07°40'13" e W36°52'58" a uma altitude de 533m. O município encontra-se localizado na microrregião do Cariri Ocidental paraibano (Mapa 4), limitando-se ao norte com o Estado de Pernambuco; ao sul com os municípios paraibanos de Camalaú e Monteiro; a leste com os municípios de Serra Branca e Congo e a oeste com os municípios de Ouro Velho, Prata, Amparo e Monteiro.

Mapa - 4 Localização do município de Sumé, segundo as microrregiões paraibanas



Elaboração do autor.



## Clima

De acordo com a classificação de Köppen (BRASIL, 1972), o clima encontrado no município é do tipo **Bsh** (semiárido quente), com precipitações médias anuais muito baixas, em torno de 400mm, com uma estação seca que pode atingir até 11 meses.. A temperatura média anual é de 24 °C, sendo que a evapotranspiração potencial média anual está em torno dos 1.200mm com uma deficiência hídrica anual de 750 mm.

Na classificação Bioclimática de Gaussen, o clima da área de município de Sumé é do tipo climático **4aTh** (tropical quente de seca acentuada), termoxeroquimênico de caráter acentuado, apresentando um índice xerotérmico entre 150 e 200 com um período seco variando de 7 a 8 meses e uma precipitação média anual de aproximadamente 500mm (BRASIL, 1972).

Os dados de precipitação pluviométrica média da região indicam valores entre 550 e 600mm, distribuídos entre janeiro e junho, com maior concentração nos meses de fevereiro a abril, verificando-se uma nítida estação seca no período de julho a dezembro. Os valores da precipitação diária com período de retorno em 1, 10 e 100 anos são 63, 106 e 152mm, respectivamente (SEMARH/LMRS-PB, 1999).

A temperatura média anual é de 24 °C, com médias máximas e mínimas diárias em torno de 33 °C e 15 °C, respectivamente nos meses de dezembro e julho. A insolação anual é cerca de 2.800 horas luz e a evapotranspiração medida em tanque Classe A é de 2.900mm ao ano (CARDIER et al., 1983).

Segundo FIPLAN (1980) outras características climáticas do município de Sumé são: precipitação média anual de 511,5 mm, temperatura média anual de 22,8 °C, evapotranspiração média anual de 1.135,0 mm, deficiência hídrica média anual de 623,5 mm, índice hídrico de Thornthwaite igual a -33 e índice de aridez de Thornthwait igual a 0,45.

## Vegetação

Predomina a Caatinga hiperxerófila densa, própria dos Cariris Velhos (BRASIL, 1972), característica de uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica.

Moura (2002) em seus trabalhos de campo observou as seguintes espécies dentro do limite do município: pereiro (*Aspidos-perma pyrofolium* Mart. - Apocynaceae),

marmeleiro (*Croton sp* - *Euphorbiaceae*), quixabeira (*Bumelia sertorum* Mart. - *Sapotaceae*), aroeira (*Astronium urundeuva* Engl. - *Anacardiaceae*), braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl. - *Anacardiaceae*), xique-xique (*Pilocereus gounellei* Weber - *Cactaceae*), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC. - *Cactaceae*).

### **Características geológicas e pedológicas**

Segundo Moura (2002), a área do município de Sumé encerra rochas do Pré-Cambriano Indiviso e sedimentos recentes do Período Quaternário. O Pré-Cambriano indiviso está representado pelas rochas das formações Rochas Granitóides e Complexo Gnáissico-Migmatítico.

As rochas granitóides estão representadas por granitos, agrupados em três tipos: a norte e a nordeste predomina um granito de textura fanerítica, melanocrático, onde dominam o quartzo e minerais escuros; na parte central desenvolve-se um granito porfiróide, de composição semelhante ao primeiro; ao sul ocorre um granito sódico, com grandes cristais de feldspato alcalino (COSTA, 1963 apud MOURA, 2002).

Já o Complexo Gnáissico-Migmatítico na região é caracterizado por uma variação muito grande dos gnaisses, podendo ocorrer tanto o paragnaisse como o ortognaisse. Além disso, são também encontrados filitos e xistos.

Do período Quaternário podem-se encontrar os sedimentos aluviais de idade holocênica e que têm uma composição granulométrica variada. No geral estão restritos aos leitos dos rios e são geralmente materiais de origem dos Solos Aluviais.

Quanto a sua pedologia, o município encontra-se localizado na bacia do alto rio Sucuru, que é considerada como uma área de boa fertilidade natural dos solos, havendo limitações no que diz respeito às suas profundidades agricultáveis. Predominam as seguintes associações: solos pouco desenvolvidos, solos com horizonte B textural e argila de atividades alta - não hidromórficos, solos com Horizonte B textural e argila de atividade baixa - não hidromórficos (BRASIL, 1972).

As principais classes de solos encontradas na área, de acordo com o levantamento exploratório realizado por Brasil (1972)<sup>3</sup>, são: Argissolo, Luvisolo Crômico Ortico, Neossolo Litólico, Planossolo Nátrico, Neossolo Flúvico e Planossolo Solódico.

---

<sup>3</sup> Nomenclatura atualizada para EMBRAPA (1999).

## Recursos hídricos

O principal rio do município é o Sucuru que nasce na serra dos Cariris Velhos, a 5 km de distancia da cidade de Ouro Velho, mantendo a direção oeste/leste. A aproximadamente 2 km, antes da sede do município é interrompido no seu curso pelo açude Sumé (Figura 10), que tinha uma capacidade máxima de armazenamento de 45.000.000 m<sup>3</sup>, correspondente a um espelho d'água máximo com área de 7.80 km<sup>2</sup> (MOURA, 2002). Atualmente, a sua capacidade foi reduzida devido ao assoreamento, enfrentando ainda outros problemas, como a redução das chuvas e a construção de açudes na parte superior da bacia hidrográfica.

Segundo CPRM (2005c) a bacia hidrográfica do rio Sucuru é formada pelos principais afluentes: riacho Pedra Comprida, Olho D'água dos Caboclos, Olho D'água de Cima, Mandacaru, Oitis e Cachoeira. São cursos d'água de importância, os riachos das Craibeiras, Lagoa da Cruz, Feijão, Pinhões, Carnaúba, riacho das Carnaúbas, riacho das Cinco Vacas, riacho Olho D'água, riacho Pedra da Costa e riacho Felipe.

Figura - 10 Açude Sumé com apenas 25,5% da sua capacidade total, segundo a AESA (2013)



Fotografia do autor, 23 de setembro de 2013.

Na realização dos trabalhos de campo no município, pode-se constatar através de conversas informais com alguns agricultores do município, que praticamente toda a

região rural depende do abastecimento de água oriunda de “carros pipas” (Figura 11), com exceção de algumas localidades onde existem poços, configurando-se assim como uma alternativa emergencial e inadequada para uma gestão efetiva de recursos hídricos.

Figura - 11 Abastecimento da zona rural do município de Sumé feito por “carros pipas”



Fotografia do autor, 23 de setembro de 2013.

### **Características socioeconômicas**

Dentre os três municípios estudados o município de Sumé é o que possui o menor número de habitantes cerca de 16.060 pessoas. No âmbito da produção agropecuária, que já foi a principal atividade econômica do município, predominaram as culturas de algodão, tomate, milho, feijão e pecuária, foi prejudicada nas últimas décadas em decorrência das baixas precipitações pluviométricas e pela degradação dos solos e decadência dos recursos hídricos. A agricultura baixou o nível de seus rendimentos, deixando ao longo desses anos saldos menores do que os observados em décadas passadas. Na pecuária, a bovinocultura vem sendo substituída pela criação de gado considerado mais rústico diante das condições de semiárido (MOURA, 2002).

Sobre essa decadência da agropecuária no município de Sumé, Moraes Neto (2003) afirma que esta é uma das áreas que há mais de 10 anos vem sendo acometida pelo desastre da seca, pois a falta de um planejamento adequado do uso das águas pelo poder público aliado a baixa pluviosidade, foram responsáveis pelo colapso total do

açude de Sumé, acarretando o fechamento do perímetro irrigado existente <sup>4</sup> (Figura 12) e o abandono das terras, que se encontram em um franco processo de degradação, tanto física como química (salinização), com riscos a desenvolvimento de núcleos de desertificação. Este fato foi constatado através da realização de campos no município e através de conversas informais com antigos produtores do perímetro irrigado de Sumé.

Figura - 12 Perímetro irrigado de Sumé abandonado



Fotografia do autor, 23 de setembro de 2013.

Atualmente, a maioria dos insumos alimentícios é oriunda de outras partes do estado (Figura 13), fato que faz com que o preço das mercadorias (frutas, verduras e cereais) se eleve e fique sujeito aos preços impostos pelos atravessadores dos produtos.

---

<sup>4</sup> O perímetro irrigado de Sumé fica localizado ao lado da barragem do açude de Sumé, e hoje encontrasse completamente abandonado, como se pode ver na imagem.

Figura - 13. Mercado público de Sumé, em “dia de feira livre”



Fotografia do autor, 23 de setembro de 2013.

Os setores terciários e secundários são os que absorvem maior contingente de mão de obra no município, principalmente pessoas ligadas ao setor público e a iniciativa privada. Esses setores da economia têm conseguido manter suas atividades, contribuindo com a economia local, porém não conseguindo alavancá-la.

Segundo Moraes Neto (2003), as frequentes secas ocasionaram consequências negativas à sociedade de Sumé, levando o município a decretar estado de calamidade pública por várias vezes. Isso fez com que o governo municipal e a sociedade civil empreendessem ações voltadas ao combate das consequências mais dramáticas do "desastre da seca". Desta forma, criaram-se programas de caráter emergencial e paliativos de combate à fome e a miséria, como distribuição de cestas de alimentos e sopão comunitário diariamente.



# CAPÍTULO IV

## MATERIAIS E MÉTODOS



Fonte: internet.

*O começo das soluções para os problemas do homem e da sociedade nos sertões dependerá do nível de conhecimento da realidade regional ali existente[...]*

*Aziz Nacib Ab'Saber (1999)*

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente capítulo abordará o processo de escolha dos indicadores de Bhattacharya e Dass (2007) referentes às características de vulnerabilidade à seca (Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa) e a presente proposta de adaptação para a região nordestina, levantamento de dados, descrição e aplicação todos os métodos utilizados neste trabalho.

### **4.1. Adaptação dos indicadores de Bhattacharya e Dass (2007)**

A metodologia desenvolvida e aplicada por Bhattacharya e Dass (2007) foi utilizada originalmente para 16 estados da Índia em um estudo comparativo entre os biênios 1990-1991 e 1999-2000. Tendo em vista as grandes diferenças etnográficas, culturais e de gestão pública entre o Brasil e o país asiático, optou-se por uma adaptação da metodologia original.

Além das grandes diferenças anteriormente citada, outro fator que motivou essa mudança foi o recorte geográfico da área de estudo, pois no estudo original (Projeto BASIC de BHATTACHARYA ; DASS, 2007) as unidades de pesquisa utilizadas foram os estados indianos, enquanto o presente trabalho optou por analisar aspectos mais específicos das localidades, utilizando-se assim de um estudo comparativo entre municípios da região semiárida brasileira, localizados na Paraíba.

Optou-se então por indicadores que representasse essas especificidades locais de três municípios paraibanos (Picuí, Sousa e Sumé), localizados em diferentes microrregiões paraibanas e que são acometidos frequentemente pelo desastre da seca e suas intempéries, conforme já foi destacado anteriormente.

No Quadro 1 se pode observar a proposição original (Tabela 1) dos indicadores proposta por Bhattacharya e Dass, (2007) e a metodologia adaptada pelo autor (Quadro 2) para a região semiárida brasileira:



Quadro - 1 Indicadores de vulnerabilidade à seca

		ID	Indicador
<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Exposição</b>	<b>(i) Características do Evento</b>	<b>1</b> <i>(a) Probabilidade de seca baseada em dados históricos;</i>
		<b>(ii) População exposta</b>	<b>2</b> <i>(a) Porcentagem da população engajada em atividades não agrícolas;</i>
			<b>3</b> <i>(b) População rural como porcentagem da população total;</i>
		<b>(iii) Atividade Exposta</b>	<b>4</b> <i>(a) Dimensão da agricultura (como porcentagem do PIB regional);</i>
			<b>5</b> <i>(b) Porcentagem da área não irrigada;</i>
	<b>Sensibilidade</b>	<b>(i) Características Socioeconômicas</b>	<b>6</b> <i>(a) Renda Per Capita;</i>
			<b>7</b> <i>(b) Coeficiente de desigualdade;</i>
		<b>(ii) Características da tecnologia</b>	<b>8</b> <i>(a) Uso de fertilizantes por hectare;</i>
			<b>9</b> <i>(b) Pesticida usado por hectare;</i>
			<b>10</b> <i>(c) Tratores por hectare;</i>
		<b>(iii) Características da Atividade</b>	<b>11</b> <i>(a) Aumento do preço de frutas e vegetais;</i>
			<b>12</b> <i>(b) Aumento do preço das sementes oleaginosas;</i>
	<b>Cap. Adaptativa</b>	<b>(i) Capacidade humana</b>	<b>13</b> <i>(a) Porcentagem da população exposta que é alfabetizada;</i>
			<b>14</b> <i>(b) Porcentagem da receita que é investida em educação;</i>
		<b>(ii) Governabilidade</b>	<b>15</b> <i>(a) Impostos arrecadados como porcentagem do PIB da região;</i>
			<b>16</b> <i>(b) Porcentagem da força de trabalho rural envolvida com atividades não agrícolas;</i>
		<b>(iii) Meio de vida</b>	

Fonte: Bhattacharya e Dass (2007).

Quadro - 2 Adaptação feita pelo autor dos Indicadores de vulnerabilidade à seca

		ID	Indicador
<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Exposição</b>	<b>Características do Evento</b>	1 <i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI);</i>
			2 <i>Índice de Aridez;</i>
		<b>Exposição da população</b>	3 <i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%);</i>
			4 <i>População Rural (%);</i>
		<b>Exposição da Atividade</b>	5 <i>Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%);</i>
			6 <i>Lavouras permanentes (%);</i>
			7 <i>Lavouras temporárias (%);</i>
			8 <i>Pastagens naturais (%);</i>
			9 <i>Pastagem plantada degradada (%);</i>
			10 <i>Pastagem plantada em boas condições (%);</i>
			11 <i>Exposição das culturas agropecuárias;</i>
			12 <i>Exposição dos Rebanhos;</i>
	<b>Sensibilidade</b>	<b>Características Socioeconômicas</b>	13 <i>Rendimento nominal médio per capita (R\$);</i>
			14 <i>Índice de Inequidade (Gini);</i>
			15 <i>Força de trabalho não ocupada (%);</i>
		<b>Características Tecnológicas</b>	16 <i>Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%);</i>
			17 <i>Porcentagem das famílias atendidas por Poços (em operação) (%);</i>
			18 <i>Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%);</i>
			19 <i>Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem ou para guarda de grãos (%);</i>
			20 <i>Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%);</i>
		<b>Características das atividades</b>	21 <i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%);</i>
			22 <i>Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%);</i>
	<b>Cap. Adaptativa</b>	<b>Capacidade Humana</b>	23 <i>Taxa de alfabetização (%);</i>
			24 <i>População que recebe algum tipo de Benefício do MPS (%);</i>
			25 <i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal;</i>
		<b>Governabilidade</b>	26 <i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%);</i>
			27 <i>População atendida por Programas Sociais no município (%);</i>
			28 <i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$);</i>
			29 <i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%).</i>
		<b>Meios de vida</b>	

Elaboração do autor

## 4.2. Normalização dos dados e utilização de médias

O estudo realizado Bhattacharya e Dass (2007) adotou o procedimento de agregação simples, através da utilização de médias geométrica ou de médias aritméticas, com o intuito de analisar os mais diversos indicadores normalizados<sup>5</sup>, que buscam como produto final um índice de vulnerabilidade à seca, que pode ser comparado entre outras áreas de estudo.

No tocante da utilização das médias (aritmética e geométrica), o processo de agregação simples é amplamente utilizado no desenvolvimento de vários índices de desenvolvimento humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e se configura como uma ferramenta de grande importância para avaliação dos mais diversos tipos de gestão.

Os trabalhos desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) utiliza vários tipos de médias em seus estudos. Nesse caso, a análise aqui apresentada utiliza médias geométricas e aritméticas simples e ponderadas.

Diferente da metodologia original de Bhattacharya e Dass (2007), além das médias aritméticas simples e médias geométricas, optou-se ainda por se utilizar médias aritméticas ponderadas para alguns indicadores. Tendo em vista a complexidade dos dados analisados, viu-se que através da média ponderada estes dados seriam contabilizados com mais fidedignidade.

No que se refere às diferenças entre as médias aritméticas simples, médias aritméticas ponderadas e médias geométricas, estas podem ser mais bem ilustradas usando o exemplo de avaliação da pobreza. Ao se assumir a hipótese de que a pobreza pode ser determinada pela média de múltiplos indicadores de diversas dimensões, ao se utilizar a média geométrica para avaliar essa pobreza global, implica dizer que o insucesso em qualquer um dos indicadores é um fato importante para o cálculo e isso irá refletir no resultado final da média.

Por outro lado, com o uso da média aritmética simples, um valor alto em uma das dimensões irá interferir no resultado final, maximizando os resultados mais baixos, fazendo com que os dados mais importantes sejam “mascarados”.

Já com a utilização da média aritmética ponderada, através de um referencial teórico e/ou através de consulta a especialista na área, o pesquisador pode interferir (atribuição de diferentes pesos) nas necessidades prioritárias do que se pretende realçar. Por exemplo, para que uma entidade não seja mais considerada pobre, ela terá que atingir uma dimensão maior

---

<sup>5</sup> Entendem-se aqui como indicadores normalizados, os valores dos indicadores expressos em uma escala que varia entre o número 0 (zero) e o número 1 (um).

nos temas que são de primordial importância, e não em todos os temas, podendo-se assim atribuir pesos diferentes dependendo do grau de importância de cada indicador.

As médias utilizadas na pesquisa são exemplificadas abaixo:

$$\text{Média Aritmética Simples} = \frac{A + B}{2} \quad (1)$$

$$\text{Média Aritmética Ponderada} = \frac{(A \times \text{Peso1}) + (B \times \text{Peso2})}{\sum \text{Pesos}} \quad (2)$$

$$\text{Média Geométrica} = \sqrt[n]{A + B + C} \quad (3)$$

Onde:

$A, B$  e  $C$  = são indicadores distintos

$\text{Peso1}$  e  $\text{Peso2}$  = pesos atribuídos aos indicadores

$n$  = número total de indicadores

Utilizaram-se as médias geométricas e médias aritméticas ponderadas na composição dos indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa. Já para a composição do Índice de Vulnerabilidade foi utilizado uma média aritmética simples dos três indicadores (Exposição Sensibilidade e Capacidade Adaptativa).

No que se referem à normalização dos indicadores, em relação aos que se encontravam expressos em porcentagem, bastou dividi-los pelo número 100, tornando-os assim em valores normalizados dentro da escala de 0 a 1.

Já os dados adimensionais, por exemplo, o Índice de Anomalia de Chuvas IAC, em inglês), Índice de Aridez ou de renda (expressos em Reais - R\$), tornou-se necessário delimitar um limiar que definisse o que deve ser representado como 0 (zero), sendo ele o menor valor do universo dos dados e o que deveria ser representado como 1 (um), maior valor do universo dos dados. Para tanto, em alguns casos se utilizou os dados observados nos municípios componentes da microrregião geográfica em que o município encontrava-se inserido, em outros casos foram utilizados os limiares do próprio índice, como exemplo pode-se citar o IAC que varia entre -3 e +3, então seu limiar superior foi dado pelo número +3 e o seu inferior pelo número -3.

Quanto aos resultados obtidos na normalização dos dados, utilizou-se a condicional de que se o indicador favorecesse o aumento da vulnerabilidade, ele seria inserido de forma direta, caso ocorresse o contrário, ou seja, esse indicador minimizasse a vulnerabilidade do município em caso de seca, ele seria inserido da seguinte forma:

$$\text{Indicador que favorece a vulnerabilidade} = (1 - \text{Indicador}) \quad (4)$$

Esta condicional foi valida somente para os indicadores de exposição e sensibilidade, enquanto o indicador de capacidade adaptativa foi inserido na forma que se apresenta, sem a necessidade de que fosse feito o cálculo acima exposto, tendo em vista que um maior valor de capacidade adaptativa é um fato positivo, que faz com que o município seja menos vulnerável.

#### **4.3.Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos que se propuseram ao desenvolvimento e aplicação de um modelo de indicadores de vulnerabilidade às secas nos municípios paraibanos de Picuí, Sousa e Sumé foram os seguintes:

- 1) Revisão bibliográfica sobre os estudos acadêmicos e/ou institucionais que versavam sobre a temática e/ou objetos de estudo;
- 2) Simulação dos cálculos e dados utilizados na metodologia original, com o intuito de sanar dúvidas que por ventura viesse a surgir;
- 3) Levantamento da disponibilidade de dados em órgãos governamentais e não governamentais e visita a sítios na internet, para a formulação da adaptação dos indicadores de vulnerabilidade;
- 4) Escolha dos indicadores à serem adaptados da metodologia original proposta por Bhattacharya e Dass (2007);
- 5) Visitas à Federação das Associações de Municípios da Paraíba (FAMUP), à Defesa Civil Estadual, à EMATER, ao IBGE – João Pessoa, com o intuito de obter informações sobre os municípios e a história recente das secas a vista destes órgãos;
- 6) Trabalhos de campo no Município de Picuí – PB, onde foram feitas visitas ao IFPB Campus Picuí (coleta de informações de trabalhos já realizados), a Organização não

Governamental Centro de Educação e Organização Popular – CEOP/ASA e à Prefeitura Municipal de Picuí através da Secretaria de Ação Social e Secretaria de Agricultura;

- 7) Trabalhos de campo no Município de Sousa – PB, onde foram feitas visitas à UFPB-Campus Sousa (coleta de informações de trabalhos já realizados), a UEPB, Campus-Sousa (coleta de informações de trabalhos já realizados), à Prefeitura Municipal de Sousa através da Secretaria de Planejamento e Secretaria de Agricultura, ao Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG) e ao Açude de São Gonçalo;
- 8) Trabalhos de campo no Município de Sumé– PB, onde foram feitas visitas a UFCG Campus Sumé (coleta de informações de trabalhos já realizados), ao açude do Município de Sumé, ao Perímetro Irrigado de Sumé (abandonado), à Prefeitura Municipal de Sumé através da Secretaria de Agricultura;
- 9) Utilização nos trabalhos de campo de aparelho de GPS (Global System Position) para a aquisição de coordenadas de alguns locais relevantes à pesquisa, utilização de máquina fotográfica e mapas de localização dos três municípios;
- 10) Utilização do aplicativo Microsoft Office Excel® para a tabulação e normalização dos dados coletados;
- 11) Utilização de dados vetoriais em ambiente SIG para elaboração de mapas de localização dos municípios;
- 12) Aplicação dos Indicadores de Vulnerabilidade para os municípios em estudo;
- 13) Análises dos resultados obtidos;
- 14) Elaboração e revisão do texto final da dissertação.

#### **4.4.Descrição dos indicadores escolhidos para as adaptações:**

Torna-se importante ressaltar-se aqui que o presente trabalho busca desenvolver um sistema de indicadores que possa identificar com maior exatidão qual área temática dos municípios estudados encontrava-se mais vulnerável ao desastre da seca, isto feito através de uma compartimentação dos componentes da vulnerabilidade (indicadores de exposição, indicadores de sensibilidade e indicadores de capacidade adaptativa).

#### **Indicadores de Exposição:**

##### **1. Índice de Anomalia de Chuva (IAC):**

O Índice de Anomalia de Chuva é baseado no índice *Rainfall Anomaly Index* (RAI), desenvolvido por Rooy (1965). Este índice analisa o desvio da precipitação em relação à condição normal. O Índice de Anomalia de Chuva é obtido a partir da seguinte equação:

Para as anomalias positivas:

$$IAC = 3 \left[ \frac{(N - N')}{(M' - X')} \right] \quad (5)$$

Para as anomalias negativas:

$$IAC = -3 \left[ \frac{(N - N')}{(M' - X')} \right] \quad (6)$$

Onde:

$N$  = precipitação anual atual;

$N'$  = precipitação média anual da série histórica;

$M'$  = médias das dez maiores precipitações anuais da série histórica;

$X'$  = média das dez menores precipitações anuais da série histórica.

Torna-se importante ressaltar que os valores resultantes dessa equação do IAC, variam entre -3 e 3, -3 para as anomalias negativas e + 3 para as anomalias positivas.

A seleção da série histórica de precipitação dos municípios foi feita segundo a disponibilidade dos dados no site da AESA. Os dados compreenderam 18 anos (1994-2011), alguns destes apresentaram falhas diárias que foram preenchidas através da metodologia de vetor regional, a qual leva em consideração os dados disponíveis nos postos mais próximos.

## 2. Índice de Aridez:

Os dados do Índice de Aridez para os três municípios da área em estudo (Picuí, Sousa e Sumé), são oriundos de um estudo realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), encomendado para o Plano Nacional de Controle da Desertificação

(PAN-BRASIL), esta pesquisa calculou os índices de aridez para todos os municípios da Região Nordeste do Brasil, conforme a metodologia sugerida pelas Nações Unidas.

Segundo Costa e Brito (2004) nesse trabalho usou-se dados de precipitação pluvial para o período de 38 anos (1961 à 1999) proveniente do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, SUDENE e Escritórios Regionais de Meteorologia e a evapotranspiração potencial foi calculada pela equação de Penman, modificada por Monteith e parametrizações de Allen et al. (1994), utilizando dados de estações meteorológicas do INMET e Escritórios Regionais.

A fórmula sugerida pelas Nações Unidas é a seguinte:

$$IA = \frac{Pr}{ETP} \quad (7)$$

Onde:

*Pr* é a precipitação pluvial média anual (mm/ano);

*ETP* é a evapotranspiração potencial média anual (mm/ano); e

*IA* é o Índice de Aridez.

Ainda conforme as Nações Unidas, a classificação climática de uma determinada localidade, utilizando o índice acima proposto, obedece aos seguintes critérios (Tabela 3):

Tabela - 1 Classificação do Índice de Aridez

Classificação	IA
<b>Hiper- árido</b>	< 0,03
<b>Árido</b>	Entre 0,03 e 0,20
<b>Semiárido</b>	Entre 0,21 e 0,50
<b>Sub-úmido seco</b>	Entre 0,51 e 0,65
<b>Sub-úmido úmido</b>	Entre 0,65 e 1,0
<b>Úmido</b>	> 1,0

Fonte: Allen et al. (1994).

### 3. Força de trabalho que depende da agropecuária (%):



A força de trabalho que depende da agropecuária foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em seu site, para o ano de 2010. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$FtdA(\%) = \frac{FtdA \times 100}{PEA}$$

(8)

Onde:

*FtdA* = força de trabalho que depende da Agropecuária (número de pessoas);

*FtdA (%)* = força de trabalho que depende da Agropecuária (em porcentagem);

*PEA* = População Economicamente Ativa do município (número de pessoas).

#### **4. População Rural (%):**

A porcentagem da população rural do município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, em seu site, para o Censo Demográfico do ano de 2010. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$População Rural(\%) = \frac{População Rural \times 100}{População Total}$$

(9)

Onde:

*População Rural* = população residente em meio rural (número de pessoas);

*População Rural (%)* = população residente em meio rural (em porcentagem);

*População Total* = população total do município (número de pessoas).

#### **5. Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%);**

A porcentagem de estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do Sistema IBGE de Recuperação automática (SIDRA), para o Censo Agropecuário do ano de 2006,

referentes às tabelas 765<sup>6</sup> (número de estabelecimentos agropecuários) e 855 (número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação) do SIDRA. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Agricultura Irrigada(\%) = \frac{Agricultura Irrigada \times 100}{Total de Estabelecimentos} \quad (10)$$

Onde:

*Agricultura Irrigada* = estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada no município (número de estabelecimentos);

*Agricultura Irrigada (%)* = estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada no município (em porcentagem);

*Total de Estabelecimentos* = total de estabelecimentos agropecuários do município (número de estabelecimentos).

## **6. Lavouras permanentes (%):**

A porcentagem da área de lavouras permanentes dos estabelecimentos agropecuários foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente à tabela 1244.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

## **7. Lavouras temporárias (%):**

A porcentagem da área de lavouras temporárias dos estabelecimentos agropecuários foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente à tabela 1244.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

---

<sup>6</sup> Todas as referências relacionadas às tabelas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) encontram-se descritas no Anexo I deste trabalho.

## **8. Pastagens naturais (%):**

A porcentagem da área de pastagens naturais dos estabelecimentos agropecuários foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 854.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

## **9. Pastagem plantada degradada (%):**

A porcentagem da área de pastagem plantada degradada dos estabelecimentos agropecuários foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 854.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

## **10. Pastagem plantada em boas condições (%):**

A porcentagem da área de pastagem plantada em boas condições nos estabelecimentos agropecuários foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 854.

Os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé, foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

## **11. Exposição das culturas agropecuária:**

A quantidade de toneladas produzidas pelo município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 822.

Para o desenvolvimento deste indicador optou-se por utilizar médias ponderadas em sua composição, tendo em vista a complexidade que envolve a diferenciação no tamanho da produção dos insumos e da necessidade específica por água de cada cultura agrícola. Atribuíram-se assim dois diferentes pesos: peso da quantidade de toneladas produzidas e peso da demanda específica de água na produção.

Para a composição do peso relacionado à quantidade de toneladas produzidas, o cálculo para cada cultura agrícola de lavoura temporária foi elaborado da seguinte forma:

$$Peso\ Qnt\ Norm = \frac{(QntProdCult - QntProdMin)}{QntProdMax - QntProdMin} \quad (11)$$

Onde:

*Peso Qnt Norm* = peso da quantidade produzida normalizado (número entre 0 e 1);

*QntProdCult* = quantidade produzida de cada cultura no município em estudo (em tonelada);

*QntProdMin* = menor quantidade produzida no município em estudo (em toneladas);

*QntProdMax* = maior quantidade produzida no município em estudo (em toneladas).

Já para a composição do peso relacionado à demanda específica de água na produção, utilizou-se como referência a publicação de Hoekstra e Hung (2002) citados por Carmo et al. (2007), que traz em seu texto uma referência da demanda específica de água (em m<sup>3</sup>/t) das principais culturas agrícolas brasileiras.

Tendo em vista a necessidade de se normalizar os pesos da demanda específica de água na produção, foram realizados os cálculos de normalização da seguinte forma:

$$Peso\ Dem\ Ag = \frac{(Dem\ AgCult - Dem\ AgMin)}{Dem\ AgMax - Dem\ AgMin} \quad (12)$$

Onde:

*PesoDemAg* = peso da demanda específica de água na produção, normalizado (número entre 0 e 1);

*DemAgCult* = demanda específica de água na produção de cada cultura (conforme Hoekstra e Hung, 2002)<sup>7</sup> (em m<sup>3</sup>/t);

---

<sup>7</sup> Tabela referente no Anexo II.

*Dem AgMin* = menor demanda específica de água das culturas (conforme Hoekstra e Hung, 2002) nos três municípios em estudo (em m<sup>3</sup>/t);

*DemAgMax* = maior demanda específica de água das culturas (conforme Hoekstra e Hung, 2002) nos três municípios em estudo (em m<sup>3</sup>/t).

Ao se obter os pesos da quantidade e da demanda por água para o cálculo da média ponderada de exposição das culturas agropecuárias foi realizado da seguinte forma:

$$Exp\ Cult = \frac{[(Cult(a) \times Peso\ Qnt(a)) + (Cult(a) \times Peso\ Exp(a)) \dots^8]}{(\sum Peso\ Qnt + \sum Peso\ Exp)} \quad (13)$$

Onde:

*Exp Cult* = exposição total das culturas desenvolvidas no município, normalizado (número entre 0 e 1);

*Cult(a)* = quantitativo produzido de cada cultura no município, normalizado (número entre 0 e 1);

*Peso Qnt* = peso da quantidade produzida normalizado (número entre 0 e 1);

*Peso Exp* = peso da demanda específica de água das culturas, normalizado (número entre 0 e 1);

$\sum Pesos\ Qnt$  = somatório de todos os pesos das quantidades produzidas;

$\sum Pesos\ Exp$  = somatório de todos os pesos das demandas específicas de água das culturas.

## 12. Vulnerabilidade do tipo de Rebanho;

A quantidade de animais do município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 1749. Nessa mesma tabela encontra-se discriminado o tipo de agricultura (familiar e não familiar) em que o rebanho encontra-se inserido.

---

<sup>8</sup> Todas as culturas e seus respectivos pesos devem fazer parte deste cálculo.

Para o desenvolvimento deste indicador também se optou por utilizar médias ponderadas, tendo em vista a complexidade que envolve a diferenciação no tamanho dos rebanhos, a exposição específica de cada rebanho ao fenômeno da seca e ainda se o tipo de agricultura (familiar, não familiar e local não informado) em que este rebanho encontra-se inserido. Atribuíram-se assim três diferentes pesos: peso da quantidade de cabeças por município, peso da demanda específica de água de cada rebanho e o peso do tipo de agricultura em que estes animais encontram-se inseridos.

Para a atribuição dos pesos relacionados ao tipo de agricultura, foram adotados: Peso 3 para agricultura familiar, peso 2 para local não informado e peso 1 para agricultura não familiar.

Para a atribuição dos pesos relacionados ao tamanho do rebanho adotou-se a seguinte normalização:

$$Peso\ Qnt\ Norm = \frac{(QntCabeças - QntCabeçasMin)}{QntCabeçasMax - QntCabeçasMin} \quad (14)$$

Onde:

*Peso Qnt Norm* = peso da quantidade de cabeças normalizado (número entre 0 e 1);

*QntCabeças* = quantidade de cabeças de cada rebanho no município em estudo (cabeças);

*QntCabeçasMin* = menor quantidade de cabeças no município em estudo (em toneladas);

*QntCabeçasMax* = maior quantidade de cabeças no município em estudo (em toneladas).

Já para a composição do peso relacionado à demanda específica de água do rebanho, utilizou-se como referência a publicação de Paraíba (2006)<sup>9</sup>, elaborada pela AESA para o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, na seção “Caracterização da demanda e dos usos de recursos hídricos”, e a referência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

---

<sup>9</sup> Tabela referente no Anexo II.

(EMBRAPA, 2005)<sup>10</sup>, que traz em seu texto uma referência para o cálculo de necessidade de consumo de água de humanos, bovinos, aves e suínos por dia (L/dia).

Tendo em vista a necessidade de se normalizar os pesos da demanda específica de água para os animais, foram realizados os cálculos de normalização da seguinte forma:

$$Peso\ Dem\ Ag = \frac{(Dem\ Ag\ Animal - Dem\ Ag\ Min)}{Dem\ Ag\ Max - Dem\ Ag\ Min} \quad (15)$$

Onde:

*PesoDemAg* = peso da demanda específica de água para os animais, normalizado (número entre 0 e 1);

*DemAgAnimal* = demanda específica de água para os animais (conforme EMBRAPA, 2005 e PARAÍBA, 2006)<sup>11</sup> (em L/dia);

*Dem AgMin* = menor específica água para os animais (conforme EMBRAPA, 2005 e PARAÍBA, 2006) nos três municípios em estudo (em L/dia);

*DemAgMax* = maior demanda específica de água para os animais (conforme EMBRAPA, 2005 e PARAÍBA, 2006) nos três municípios em estudo (em L/dia).

Ao se obter os pesos da quantidade, tipo de agricultura e da demanda por água, o cálculo da média ponderada de exposição do rebanho foi realizado da seguinte forma:

$$Exp\ Reb = \frac{[(Reb(a) \times Peso\ Qnt(a)) + (Reb(a) \times Peso\ Tp\ agric(a)) + (Reb(a) \times Peso\ Exp(a)) \dots^{12}]}{(\sum Peso\ Qnt + \sum Peso\ Tp\ agric + \sum Peso\ Exp)} \quad (16)$$

Onde:

*Exp Cult* = exposição total dos animais no município, normalizado (número entre 0 e 1);

*Reb(a)* = Quantitativo do rebanho do município, normalizado (número entre 0 e 1);

*Peso Qnt* = Peso da quantidade de cabeças normalizado (número entre 0 e 1);

<sup>10</sup> Tabela referente no Anexo II.

<sup>11</sup> Tabelas referentes no Anexo III.

<sup>12</sup> Todos os tipos de animais e seus respectivos pesos devem fazer parte deste cálculo.

$Peso\ Tp\ agric$  = Peso do tipo de agricultura normalizado (número entre 0 e 1);

$Peso\ Exp$  = Peso da demanda específica de água dos animais, normalizado (número entre 0 e 1);

$\sum Pesos\ Qnt$  = Somatório de todos os pesos referentes à quantidade de animais;

$\sum Pesos\ Tp\ Cult$  = Somatório de todos os pesos referente ao tipo de agricultura;

$\sum Pesos\ Exp$  = Somatório de todos os pesos referente às demandas específicas de água dos animais.

## Indicadores de Sensibilidade:

### 13. Rendimento nominal médio per capita (R\$):

O rendimento nominal médio dos municípios foi obtido a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, para o Censo do ano de 2010.

A metodologia de Bhattacharya e Dass (2007) propõe para os indicadores que não são dados em porcentagem, se utilize uma modelo de normalização comparativa de dados entre as regiões em estudo, os dados devem ser alocados entre uma escala de 0 a 1, sendo o n° 1 o maior numero e que se admita o n° 0 o menor valor da escala.

Através de análises observou-se que isso não seria didaticamente aplicável a este estudo, pois só foram utilizados três dados, consequentemente um seria o maior e o outro o menor.

Tendo em vista essa especificidade metodológica, optou-se por realizar uma análise comparativa entre os municípios e suas respectivas microrregiões, obtendo-se assim o número correspondente do município em relação aos municípios circunvizinhos de sua microrregião.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$RnNorm = \frac{(RnMuni - RnMin)}{RnMax - RnMin} \quad (17)$$

Onde:

$RnNorm$  = rendimento nominal médio per capita normalizado (número entre 0 e 1);

$RnMuni$  = rendimento nominal médio do município em estudo (em reais (R\$));



$RnMin$  = menor Rendimento nominal médio da microrregião geográfica (em reais (R\$));

$RnMax$  = maior Rendimento nominal médio da microrregião geográfica (em reais (R\$)).

#### 14. Índice de Inequidade (Gini):

O índice de inequidade ou Índice de Gini ou ainda Coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade social, desenvolvida pelo estatístico italiano Corrado Gini.

Este índice consiste em um número entre 0 e 1, onde 0 corresponde à completa igualdade de renda (onde todos têm a mesma renda ou aproximada) e 1 corresponde à completa desigualdade (onde poucas pessoas tem toda a renda).

O Índice de Gini da renda domiciliar per capita por Município foi calculado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas - IPEA (2010), utilizando os dados do Censo Demográfico do IBGE do ano de 2010.

#### 15. Força de trabalho não ocupada (%):

A porcentagem da força de trabalho não ocupada no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados no site IBGE, referentes ao Censo Demográfico 2010 na temática “trabalho” para o referido ano. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Pop\ Desemp(\%) = \frac{Pop\ Desemp \times 100}{PEA}$$
(18)

Onde:

$Pop\ Desemp$  = População Economicamente Ativa não ocupada (na semana em que a pesquisa foi realizada) residentes no município (número de habitantes);

$Pop\ Desemp(\%)$  = População Economicamente Ativa, não ocupada (na semana em que a pesquisa foi realizada) residentes no município (em porcentagem);

$PEA$  = População Economicamente Ativa residente no município (número de estabelecimentos).

#### **16. Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):**

A porcentagem do volume de água atingido nos reservatórios ao fim do quadrimestre chuvoso<sup>13</sup> nos municípios foi calculada a partir dos dados disponibilizados no site Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2010). Essa referida agência monitora o volume mensal<sup>14</sup> dos principais açudes de todo o Estado paraibano.

Adotou-se como quadrimestres chuvosos para as microrregiões do Cariri e Seridó os meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio do ano de 2010. Já para a mesorregião sertaneja adotou-se os meses de Março, Abril e Maio e Junho do ano de 2010, tendo em vista que o clima dessas regiões é influenciado por diferentes fatores naturais e se distinguem, de forma geral, na distribuição e época de precipitação de chuvas.

Para os três municípios, o cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$VolAtg(\%) = \frac{VolAtg \times 100}{VolTot} \quad (19)$$

Onde:

$VolAtg$  = volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso nos reservatórios dentro do limite do município (em m<sup>3</sup>);

$VolAtg(\%)$  = volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso nos reservatórios dentro do limite do município (em porcentagem);

$VolTot$  = volume total dos reservatórios dentro do limite do município (em m<sup>3</sup>).

#### **17. Porcentagem das famílias atendidas por Poços em operação (%):**

A porcentagem das famílias atendidas por poços em operação nos municípios foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Demográfico do ano de 2010, referente a tabela 229 (número de famílias residentes em

<sup>13</sup> Na região semiárida paraibana as principais chuvas são distribuídas através de quadrimestres chuvosos, o que não implica dizer que não ocorram precipitações em outros meses, mas as principais chuvas são concentradas em quatro ou até mesmo três meses do ano.

<sup>14</sup> Em alguns açudes do estado da Paraíba, a AESA, além disponibilizar o monitoramento mensal, também disponibiliza dados de monitoramento diário.

domicílios particulares) e através dos dados de poços em operação contidos no diagnóstico dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé, elaborado pela CPRM no ano de 2005.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Poços/Fam (\%) = \frac{Qnt\ poços\ Muni \times 100}{Qnt\ Famílias}$$

(20)

Onde:

*Poços/Fam (%)* = porcentagem das famílias atendidas por poços em operação no município (em porcentagem);

*Qnt poços Muni* = número de poços em funcionamento no município (quantidade de poços);

*Qnt Famílias* = número de famílias residentes em domicílios particulares (número de unidades familiares).

#### **18. Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%):**

A porcentagem das famílias atendidas por cisternas no município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Demográfico do ano de 2010, referente a tabela 229 (número de famílias residentes em domicílios particulares) e através dos dados de cisternas fornecidos pelas Secretarias de Agricultura dos Municípios de Picuí e Sousa e pela Secretaria de Desenvolvimento Humano do Estado da Paraíba (dados referentes ao município de Sumé).

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Cisternas/Fam (\%) = \frac{Qnt\ Cisternas\ Muni \times 100}{Qnt\ Famílias}$$

(21)

Onde:

*Cisternas/Fam (%)* = porcentagem das famílias atendidas por cisternas em operação no município (em porcentagem);

*Qnt cisternas Muni* = número de cisternas em funcionamento no município (quantidade de cisternas);

*Qnt Famílias* = número de famílias residentes em domicílios particulares (número de unidades familiares);

### **19. Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem e para guarda de grãos (%):**

A porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente as tabelas 765, 856 e 857.

Para o desenvolvimento deste indicador, optou-se por utilizar médias ponderadas, tendo em vista que a silagem pode ser de utilizada tanto para guarda de grãos, como alternativa para guarda de forragem para os animais. Atribuiu-se assim o peso maior para a silagem de forragem do que para a silagem de guarda de grãos, tendo em vista que essa se configura como um recurso importante, que pode ser utilizado pelo agricultor na manutenção de seu rebanho.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Prop\ Sil(\%) = \frac{[(Porc\ Forragem \times Peso\ Forr) + (Porc\ Grãos \times PesoGrãos)]}{(Peso\ Forr + Peso\ Grãos)} \quad (22)$$

Onde:

*Prop Sil(%)* = porcentagem das propriedades que usa silagem (em porcentagem);

*Porc Forragem* = porcentagem das propriedades que usa silagem para forragem (em porcentagem);

*Porc Grãos* = porcentagem das propriedades que usa silagem para guarda de grãos (em porcentagem);

*Peso Forr* = peso para as propriedades que usa silagem para forragem;

*Peso Grãos* = peso para as propriedades que usa silagem para guarda de grãos;

## 20. Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%):

A porcentagem das propriedades que utilizam defensivos agrícolas no município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente as tabelas 765 (números de estabelecimentos agropecuários) e 1008 (Número de estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos).

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Prop Def Agri(\%) = \frac{Pop Def Agri \times 100}{Est Agro}$$

(23)

Onde:

*Prop Def Agri* = número de estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos no município (número de estabelecimentos);

*Prop Def Agri*(%) = número de estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos no município (em porcentagem);

*Est Agro* = número total de estabelecimentos no município (número de estabelecimentos).

## 21. Propriedades que usam mecanização agrícola (%):

A porcentagem das propriedades que utilizam mecanização agrícola no município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente as tabelas 765 (números de estabelecimentos agropecuários) e 860 (Número de estabelecimentos agropecuários com tratores e outros tipos de mecanizações).

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Prop Mec Agri(\%) = \frac{Pop Mec Agri \times 100}{Est Agro}$$

(24)

Onde:

*Prop Mec Agri* = número de estabelecimentos agropecuários com uso de Mecanização Agrícola no município (número de estabelecimentos);

*Prop Def Agri*(%) = número de estabelecimentos agropecuários com uso de Mecanização Agrícola no município (em porcentagem);

*Est Agro* = número total de estabelecimentos no município (número de estabelecimentos).

## **22. Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%):**

A porcentagem das áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura, no município, foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 854.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

### **Indicadores de Capacidade Adaptativa:**

## **23. Taxa de alfabetização (%):**

A taxa de alfabetização do município, foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no site do SIDRA, referentes ao Censo Demográfico do ano de 2010, encontrados na tabela 3213.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Picuí, Sousa e Sumé.

## **24. População aposentada no município (%):**

A porcentagem da aposentada no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Ministério da Previdência Social (MPS) no ano de 2013, em seu site, no documento: Estatísticas Municipais 2000 a 2012. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Aposent\ Muni(\%) = \frac{Apsot\ Muni \times 100}{Pop\ Total}$$

(25)

Onde:

*Aposent Muni* = população residente no município que recebe benefícios emitidos pela previdência social (número de pessoas);

*Aposent Muni* = população residente no município que recebe benefícios emitidos pela previdência social (em porcentagem);

*Pop Total* = população total do município (número de pessoas);

## 25. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal:

O índice de Desenvolvimento Humano Municipal é uma medida comparativa usada para classificar o grau de "desenvolvimento humano" e para ajudar a classificar os municípios como desenvolvidos (desenvolvimento humano muito alto), em desenvolvimento (desenvolvimento humano médio e alto) e subdesenvolvidos (desenvolvimento humano baixo).

Esta estatística é composta a partir de dados de expectativa de vida ao nascer, índice de educação e Índice de Renda. Este cálculo em nível municipal é elaborado a cada dez anos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e divulgado no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

No ano de 2013 foi divulgado no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013) todos os cálculos e resultados, tendo como base os dados obtidos no Censo Demográfico do IBGE, realizado no ano de 2010.

## 26. Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%):

A porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, em seu site de banco de dados IPEADATA (2010a e 2010b), utilizando os dados do Censo Demográfico do ano de 2010. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Inv\ Educ\ e\ Cult(\%) = \frac{Inv\ Educ\ e\ Cult \times 100}{PIB\ Muni}$$

(26)

Onde:

*Inv Educ e Cult* = investimento em educação e cultura no município (em reais (R\$));

*Inv Educ e Cult (%)* = investimento em educação e cultura no município em relação ao PIB municipal (em porcentagem);

*PIB Muni* = produto interno bruto municipal (em reais (R\$)).

## **27. População atendida por Programas Sociais no município (%):**

A porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, em seu site de banco de dados IPEADATA (2010b), na área do site que trata do tema Assistência Social, todos os dados utilizados são referentes aos benefícios implementados até dezembro ano de 2010.

Torna-se importante caracterizar os três tipos de programas de sociais financiados pelo Governo Federal, são eles:

Programa Bolsa Família (PBF): O Programa Bolsa Família é um programa de transferência de renda com condicionalidades, focalizado em famílias pobres cadastradas em cada município do país que é financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) (IPEADATA, 2010c). A série de dados utilizada apresenta o número de transferências de benefícios em dezembro 2010.

Benefício de Prestação Continuada (BPC) para deficientes e para idosos - número de benefícios em dezembro (2010): O Benefício de Prestação Continuada e Assistência Social (BPC) é uma transferência mensal de um salário mínimo a pessoa com deficiência ou idosa (65 anos ou mais) que tenha, em ambos os casos, renda familiar per capita menor que 1/4 do salário mínimo. O BPC foi previsto na Constituição de 1988 e regulamentado pela Lei Orgânica da Assistência Social (Loas), de 1993 (IPEADATA, 2010c). A série de dados utilizada apresenta o número de transferências do BPC para deficientes e Idosos em dezembro do ano de 2010.

Renda Mensal Vitalícia (RMV) para deficientes e para idosos (número de benefícios em dezembro (2010)): A Renda Mensal Vitalícia (RMV), criada em 1974, é a transferência



mensal de um salário mínimo a pessoas carentes idosas ou inválidas com pelo menos 12 meses de contribuição previdenciária. Desde 1996, o BPC vem substituindo progressivamente a Renda Mensal Vitalícia (RMV).

O cálculo para a composição foi elaborado da seguinte forma:

$$Pop\ Prog\ Social(\%) = \frac{(PBF + BPC + RMV) \times 100}{Pop\ Total} \quad (27)$$

Onde:

*Pop Prog Social*(%) = porcentagem da população atendida por Programas Sociais no município (em porcentagem);

*PBF* = Programa Bolsa Família (em número de benefícios);

*BPC* = Benefício de Prestação Continuada (em número de benefícios);

*RMV* = Renda Mensal Vitalícia Investimento (em número de benefícios).

## 28. Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$)

O Produto Interno Bruto Municipal per capita dos municípios foi obtido a partir dos dados disponibilizados pelo IPEADATA (2010a), referentes ao Censo do ano de 2010.

A metodologia de Bhattacharya e Dass (2007) propõe para os indicadores que não são dados em porcentagem, que se utilize um modelo de normalização comparativa de dados entre as entidades em estudo, os dados devem ser alocados entre uma escala de 0 a 1, sendo o n° 1 o maior numero do universo dos dados (limiar superior) e que se admita o n° 0 o menor numero do universo dos dados (limiar inferior).

Optou-se por realizar uma análise comparativa entre os municípios e suas respectivas microrregiões. Obtendo-se assim o número correspondente do município em relação aos municípios circunvizinhos de sua microrregião.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$PIB\ PerCap\ Norm = \frac{(PIB\ PerCap - PIB\ PerCapMin)}{PIB\ PerCapMax - PIB\ PerCapMin} \quad (28)$$

Onde:

*PIB PerCap Norm* = Produto Interno Bruto Per Capta normalizado (número entre 0 e 1);

*PIB PerCap* = Produto Interno Bruto Per Capta do município em estudo (em reais (R\$));

*PIB PerCapMin* = Menor Produto Interno Bruto Per Capta da microrregião geográfica (em reais (R\$));

*PIB PerCapMax* = Maior Produto Interno Bruto Per Capta da microrregião geográfica (em reais (R\$)).

## 29. Força de trabalho que independe da agropecuária (%):

A porcentagem da força de trabalho que independe da agropecuária no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, em seu site de banco de dados IPEADATA (2010d), utilizando os dados do Censo Demográfico do ano de 2010. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Pop Ind Agro(\%) = \frac{(Pop Total - Pop Emp Agro) \times 100}{Pop Total} \quad (29)$$

Onde:

*Pop Ind Agro* = população que independe da agropecuária no Município (em número de habitantes);

*Pop Ind Agro*(%) = população que independe da agropecuária no Município (em porcentagem);

*Pop Emp Agro* = população Empregada na Agricultura no município (em número de habitantes);

*Pop Total* = população total residente no município (em número de habitantes).

# CAPÍTULO V

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *O Sertão pede socorro*

*Leandro Flores*

*Em todo canto que se olha  
Já não se enxerga mais o verde da esperança,  
Apenas o cinza da realidade,  
Nua e crua.*

*O sertão padece, carece de chuvas,  
De sonhos e também de soluções.  
O sol castiga, instiga a terra a ser dura,  
Cruel e mortal com quem lhe quer bem...*

*Como é grande, rude, amargo esse meu sertão!  
Ao mesmo tempo pequeno, frágil, carente  
E dependente de coisas que em outros lugares  
São tão fartos...*

*Ah, se chovesse BEM este ano para plantar feijão,  
Mandioca, milho e capim para criação!  
Esse ano vai ser de lascar, a barragem ta secando,  
O gado ta morrendo, o pasto da acabando...  
Senhor manda chuva, senão o bicho vai pegar!*

*O sertão pede socorro.  
E seu grito ecoa esquecido, abafado,  
Ignorado pela imensidão de preconceito e discriminação.  
E essa seca histórica que perdura, maltrata, assusta, preocupa...?*

*Até quando!  
Até quando, meu Deus?!*

*Mas...  
Apesar de tudo ainda  
há risos!  
Apesar de tudo ainda há São João!  
Apesar de tudo esse povo é feliz!  
Apesar de tudo sou mais sertão!!!*



*Fotografias: Padre Djacy Brasileiro*

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através dos indicadores de vulnerabilidade à seca nos municípios de Picuí, Sousa e Sumé, isto feito através de análise comparativa entre esses três municípios. São discutidos os resultados obtidos através dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa e por último o Índice de Vulnerabilidade à seca dos três municípios.

### 5.1.Exposição dos municípios

Como resultados dos indicadores de exposição, algumas características devem ser ressaltadas:

Em relação às características do evento da seca, o município de Sumé se mostrou o mais exposto, devido o resultado de seu Índice de Aridez e o Índice de Anomalia de Chuva. O município de Sousa foi o que obteve a resposta mais satisfatória, se configurando como o município menos exposto dos três às características físicas da seca.

O município de Sumé, além de se caracterizar como mais exposto às características físicas da seca, também foi o que obteve maior índice de dependência da agricultura, fator este que reflete a grande exposição de sua economia à seca, tendo em vista que mais de um terço (35,34%) de sua População Economicamente Ativa (PEA), depende diretamente ou indiretamente da agricultura como modo de obter recursos para seu sustento. A economia de Picuí também mostrou uma grande dependência da agricultura (33,35%), e somado ao fato de que dos três municípios estudados é o que tem maior população rural, torna a sua situação ainda mais preocupante.

Em relação à exposição das atividades agropecuárias praticadas nos três municípios, acredita-se que os dados disponibilizados pelo IBGE referentes ao Censo Agropecuário, subestime algumas situações, como por exemplo: os dados de porcentagem de pastagem plantada degradada nos municípios, pois através da realização de trabalhos em campo nos três municípios observou-se *in loco* que as áreas de pastagem degradadas dos estabelecimentos agropecuários são muito maiores do que as áreas contidas nos dados no IBGE.

Outro quesito que gerou desconfiança foi o dado fornecido de Área de Agricultura Irrigada dos Estabelecimentos Agropecuários, pois, o município de Sousa se configura como

um grande produtor de insumos alimentícios, oriundos dos dois grandes empreendimentos de irrigação ali existentes, fato que também foi subestimado no censo anteriormente referido.

Em relação à exposição das culturas agrícolas temporárias praticadas nos municípios, onde foram feitos as atribuições dos pesos, baseados no trabalho de Hoekstra e Hung (2002), observou-se que o município de Sumé mais uma vez teve o pior desempenho, se configurando como a área que possui maior exposição. Um fato que poderia atenuar esta exposição seria a utilização do Perímetro Irrigado implantado naquela cidade, porém, como foi anteriormente citado, ele encontra-se em total abandono pelas autoridades competentes, prejudicando ainda mais a economia da região.

Já quanto à exposição do tipo de rebanho, todos os três municípios estudados obtiveram resultados parecidos, tendo como menos exposto o município de Sumé, provavelmente devido ao maior incremento de caprinos e ovinos neste município do que o rebanho de bovinos, uma vez que este último é mais frágil às secas que os primeiros.

Objetivando o melhor entendimento dos resultados, optou-se por utilizar gráficos do tipo “radar” (Gráficos 1, 2 e 3), com o intuito de uma melhor representação das relações entre os indicadores e os subindicadores que o compõe:

Gráfico 1 Exposição do município de Picuí

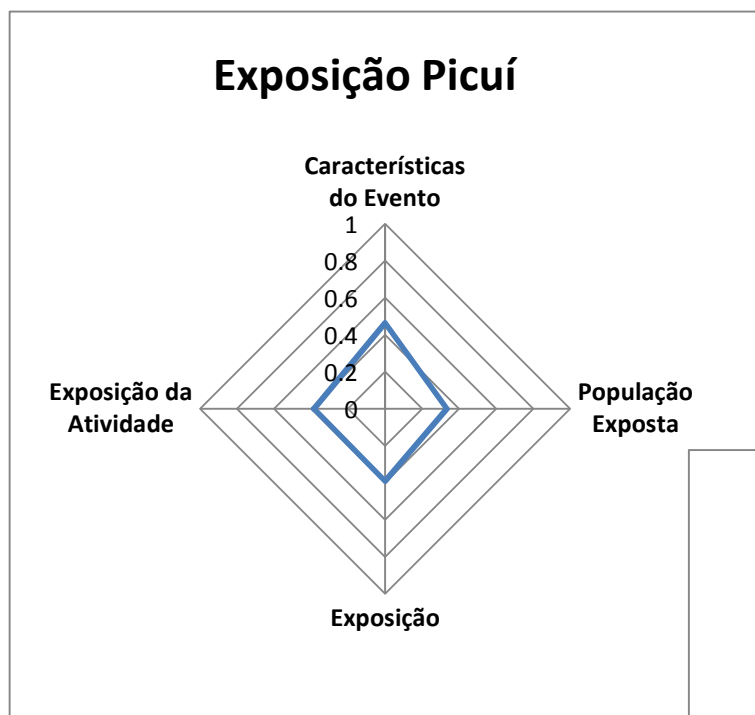
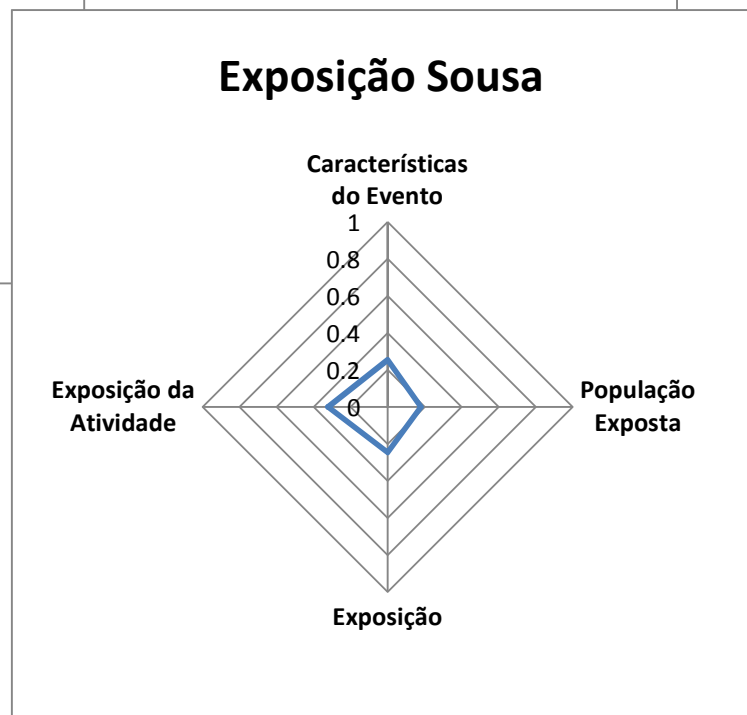
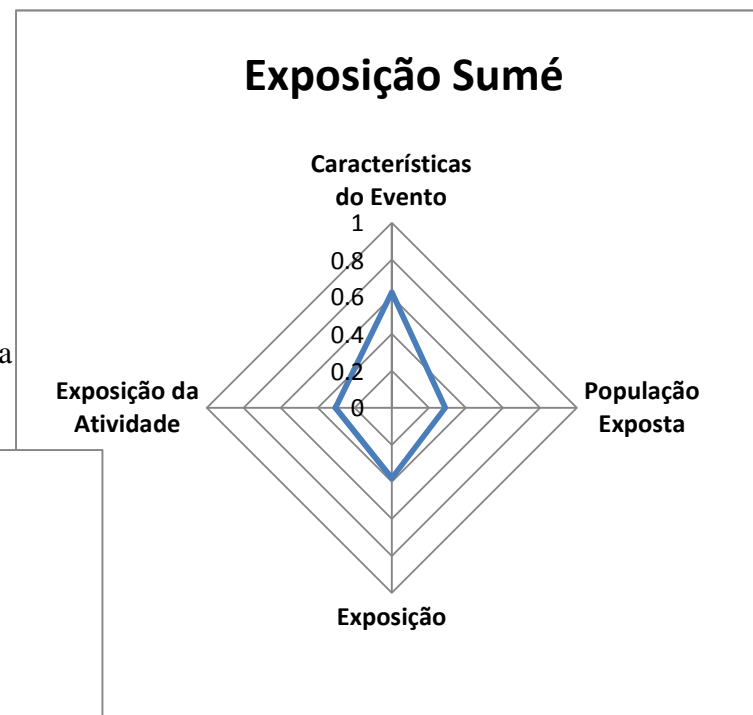


Gráfico - 2 Exposição do município de Sousa



Elaboração do autor.

Gráfico - 3 Exposição do município de Sumé



Os Gráficos 1, 2 e 3, indicam que o município de Picuí foi considerado o mais exposto dos três, seguido pelo município de Sumé, principalmente por causa das características do evento da seca, as quais são mais severas neste último.

## **5.2. Sensibilidade dos municípios**

Em relação às características socioeconômicas, como já era esperado, o município de Sousa se destacou com o melhor rendimento nominal médio mensal per capita, porém em relação ao Índice de Inequidade (Gini), obteve o pior resultado, isto implica dizer que Sousa possui uma renda elevada, porém muito mal distribuída entre a população residente, fator este que aumenta a sensibilidade dos mais pobres aos efeitos das secas, principalmente a parte da população que depende da agricultura familiar.

No que concerne à porcentagem da população economicamente ativa (PEA) desempregada, ou não empregada formalmente, o município que teve maior índice foi o Picuí, com cerca de 40% da PEA desempregada.

No tópico referente às características tecnológicas empregadas no meio rural, o índice de porcentagem do volume dos reservatórios atingido no fim do quadrimestre chuvoso para o ano de 2010, o município de Picuí representou o pior cenário, com pouco mais da metade de seus reservatórios preenchidos (cerca de 53%), porém em relação a porcentagem das famílias atendidas por cisternas rurais, o município foi o que teve melhor resposta e foi o único que apresentou uma lista atualizada das propriedades que dispunham desse serviço, realçando a sua localização e responsável por cada cisterna. Esse instrumento vem sendo utilizado para uma melhor gestão das suas necessidades, através de uma operacionalização do município em áreas de gestão<sup>15</sup>.

Notou-se através desta pesquisa que os três municípios não tinham uma gestão regular dos reservatórios de grande porte (açudes) e de pequeno porte (cisternas) e ainda de como e onde era realizada extração de água do subsolo (através de diversos tipos de poços).

Buscando elucidar esse problema optou-se pelas referências contidas nos Diagnósticos Municipais da CPRM (2005a, 2005b, 2005c) como fonte de dados para a quantidade de poços em operação no município, sendo Picuí o que menos possuía poços em relação a quantidade

---

<sup>15</sup> Todas essas informações foram explanadas e debatidas em uma reunião informal com o Secretário de Agricultura do Município de Picuí (Karcon Oliveira) e todos os dados sobre este plano de gestão, foram gentilmente disponibilizados pelo mesmo, para a construção do presente trabalho.

de famílias residentes no município, fato este que pode ser explicado pela sua formação geológica e pedológica.

A questão anteriormente destacada pode ser vista na Figura 14, onde se observa a utilização de duas cisternas em uma mesma residência, enquanto muitas casas não possuem esta tecnologia.

Figura - 14 Irregularidades na instalação de cisternas rurais



Fonte: Secretária de Desenvolvimento Humano do Estado da Paraíba, 2013<sup>16</sup>.

Ainda no que tange a gestão das cisternas (manutenção e instalação de novas cisternas), notou-se certo tipo de inconsistência e ausência de dados por parte dos agentes executores destes programas (Programa um Milhão de Cisternas-P1MC e Programa Uma Terra e Duas Águas é uma das ações do Programa de Formação-P1+2), tendo em vista que até o presente momento não encontramos uma organização que concentre todas as informações sobre esse programa, mas sim, cada executor tem seu próprio banco de dados e executam suas obras sem haver uma troca de informações com os demais executores.

Em relação à porcentagem das áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para agricultura e pecuária nos municípios, optou-se por utilizar os dados disponibilizados pelo IBGE para o Censo Agropecuário de 2006. Nesse caso, o município que apresentou maior área foi o de Picuí, com 8,57%. Porém, torna-se importante ressaltar que acredita-se que todos os municípios possuem uma área maior do que a explicitada pelo IBGE, fato este que foi observado em campo.

<sup>16</sup> Os municípios onde foram tiradas essas fotografias não foi informado pela Secretaria de Desenvolvimento Humano do Estado da Paraíba, com o intuito de não atrapalhar as investigações que estão em andamento, porém sabe-se que o fato ocorreu na região semiárida paraibana.



Foram obtidos como resultados finais da interação entre as áreas de Características Socioeconômicas, Características Tecnológicas e Características das Atividades e o índice de sensibilidade de cada município, os seguintes gráficos:

Torna-se importante salientar que devido aos dados referentes às áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para agricultura e pecuária nos municípios serem subestimados pelo IBGE, o tópico referente às suas características tendem a se aproximar de zero, porém sabe-se que isto não reflete a realidade vivida nos municípios estudados, sendo este número muito maior do que o Censo Agropecuário expôs para o ano de 2006.

Gráfico - 2 Sensibilidade do município de Picuí.

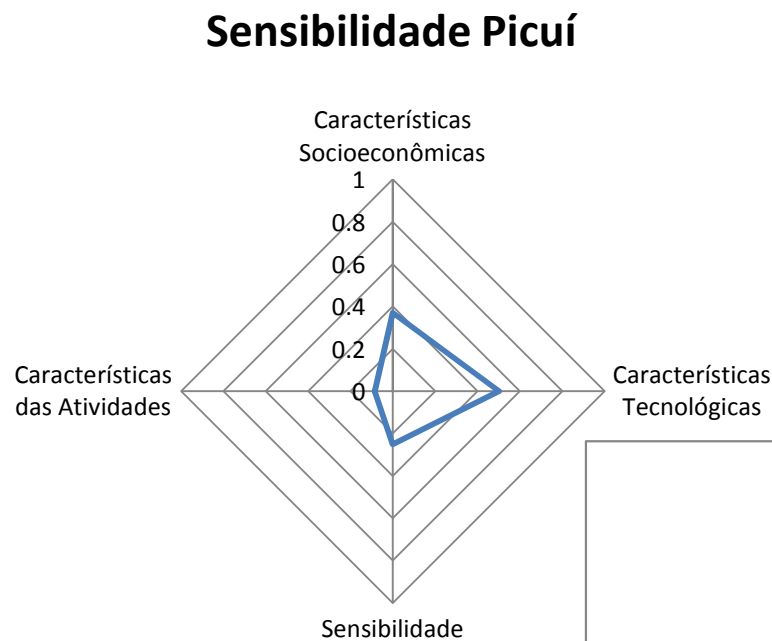


Gráfico - 5 Sensibilidade do município de Sousa

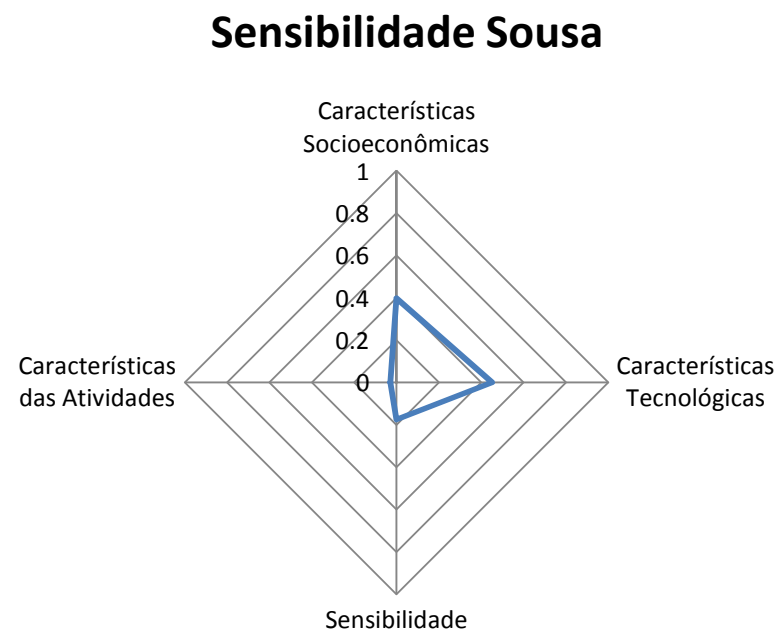
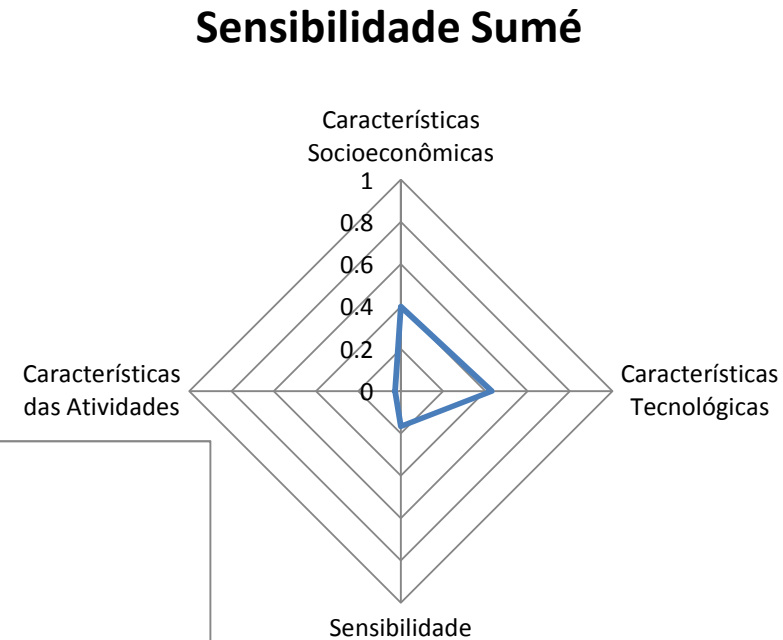


Gráfico - 6 Sensibilidade do município de Sumé



Elaboração do autor.

### **5.3.Capacidade adaptativa dos municípios**

Em relação à taxa de alfabetização o município que apresentou a menor taxa foi o município de Sumé, com 69,73% de sua população alfabetizada.

Já nos indicadores que tratam da população aposentada e IDH municipal, Sousa se destacou como o município que possui a maior parte da população aposentada e como melhor IDH no comparativo microrregional e entre os três municípios da área de estudo.

Porém, no quesito porcentagem do PIB investido em educação e cultura, Sousa teve o pior desempenho dos três municípios, investindo em 2010 apenas 2,07% em educação, enquanto o município de Picuí investiu 8,3% do seu PIB, seguido pelo município de Sumé, com 4,72%.

Ao se falar em porcentagem da população total do município inserida em Programas Sociais Financiados pelo MDS (PBF + BPC + RMV), o município de Sousa volta a se destacar como o que possui maior população atendida por esses três programas sociais, com cerca de 19,63% da população inserida em algum tipo de programa de assistência social. Já o município de Picuí possui somente 16,16% de sua população assistida por um destes três programas.

Em relação ao PIB municipal per capita, novamente o município de Sousa obteve o maior índice (R\$ 8.910,38) tanto no comparativo entre os três municípios quanto no comparativo microrregional. Sousa obteve quase duas vezes o valor do PIB municipal per capita do município de Picuí, que foi de R\$ 4.638.84, enquanto o município de Sumé obteve o valor de R\$ 4.907,23.

Outro fator que faz com que o município de Sousa possua uma maior capacidade adaptativa em relação aos demais municípios, é que 84,59% da população residente no município não depende diretamente da agropecuária, tendo em vista a sua economia desenvolvida em outras áreas, como serviços e indústrias. Já o município de Sumé possui o maior numero de pessoas dependentes da agropecuária, com cerca de 35,24 % da população total.

Foram obtidos como resultados finais da interação entre as áreas de Características Socioeconômicas, Características Tecnológicas e Características das Atividades e o índice de sensibilidade de cada município, os seguintes gráficos:

Gráfico - 7 Capacidade Adaptativa do município de Picuí.

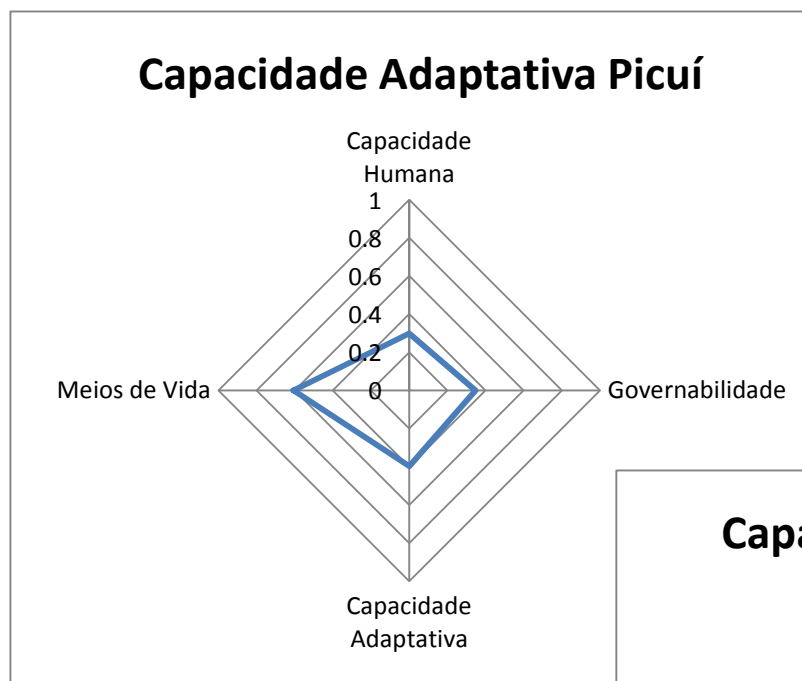
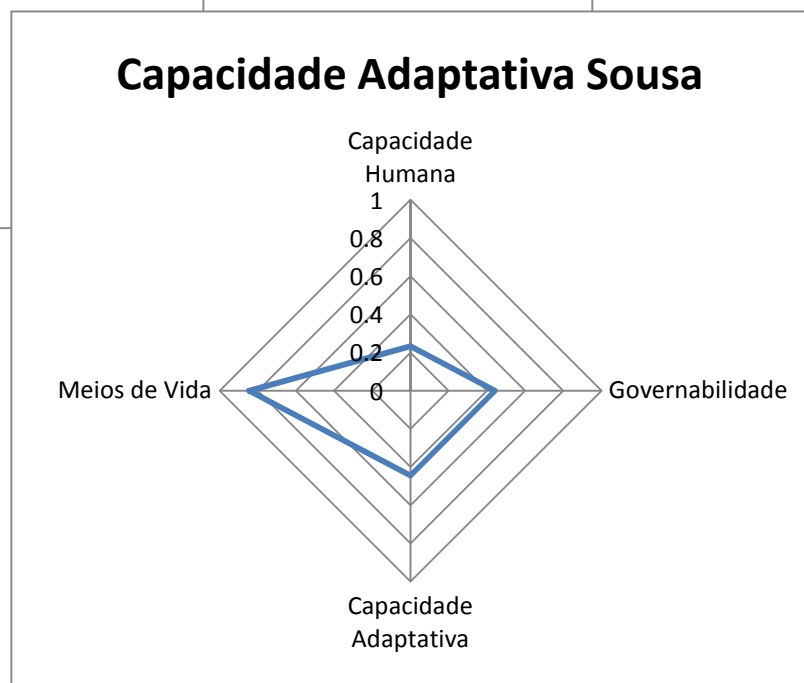
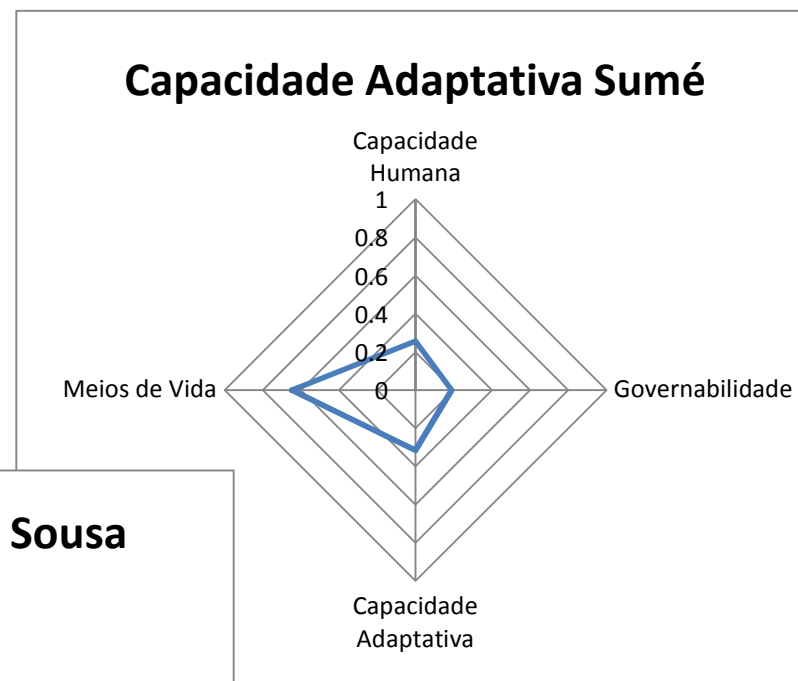


Gráfico - 8 Capacidade Adaptativa do município de Sousa



Elaboração do autor.

Gráfico - 9 Capacidade Adaptativa do município de Sumé



#### 5.4. Índice de vulnerabilidade à seca dos municípios

Sobre os resultados do Índice de Vulnerabilidade à Seca, torna-se importante lembrar que eles foram obtidos através de uma média aritmética simples dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa de cada município alvo do estudo.

Torna-se importante ressaltar também que quanto maior for o número obtido nos indicadores de Exposição e Sensibilidade, os municípios encontram-se mais expostos e/ou mais sensíveis ao evento da seca, configurando-se como um fator negativo. Já em relação ao indicador de Capacidade Adaptativa ocorre o oposto, ou seja, quanto maior o valor do indicador, maior será a possibilidade do município sofrer menos danos frente ao evento da seca, ou mesmo sofrendo danos eles serão menos severos do que municípios que apresente um menor índice de Capacidade Adaptativa.

Foram obtidos como resultados finais dos indicadores, os seguintes valores:

Tabela - 2 Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa dos municípios

Município	Indicadores		
	Exposição	Sensibilidade	Capacidade Adaptativa
<b>Picuí</b>	0,39043	0,25152	0,39821
<b>Sousa</b>	0,24506	0,17437	0,44365
<b>Sumé</b>	0,38023	0,16625	0,31549

Elaboração do autor.

Ao analisar a Tabela 4, observa-se que os municípios de Picuí e o de Sumé obtiveram um índice de exposição muito próximo, fazendo com que ambos se configurem com um panorama de risco iminente de desastre. Já o Município de Sousa obteve um índice melhor, mas não satisfatório, tendo em vista a grandeza de sua economia e desenvolvimento agropecuário.

No que concerne aos índices de Sensibilidade obtidos pelos municípios, Sumé foi considerado o menos sensível, principalmente por causa da menor porcentagem de força de trabalho desempregada no ano base do estudo (2010) e pelos dados subestimados de áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura fornecidos pelo IBGE. Picuí, mais uma vez, foi o município que obteve o pior desempenho, sendo considerado o mais sensível dos três.

Em contrapartida ao bom desempenho no Índice de Sensibilidade, o município de Sumé foi considerado o pior dos três no Índice de Capacidade Adaptativa, tendo em vista a sua baixíssima taxa de alfabetização e IDH Municipal. Já o município de Sousa foi o que mais se destacou, tendo em vista a sua magnitude econômica que polariza toda a microrregião em que se encontra inserida e ainda municípios inseridos em outros estados, como Ceará e Pernambuco.

Todos os resultados acima explanados podem ser analisados através dos Gráficos 10, 11 e 12:

Gráfico - 10 Vulnerabilidade do município de Picuí.

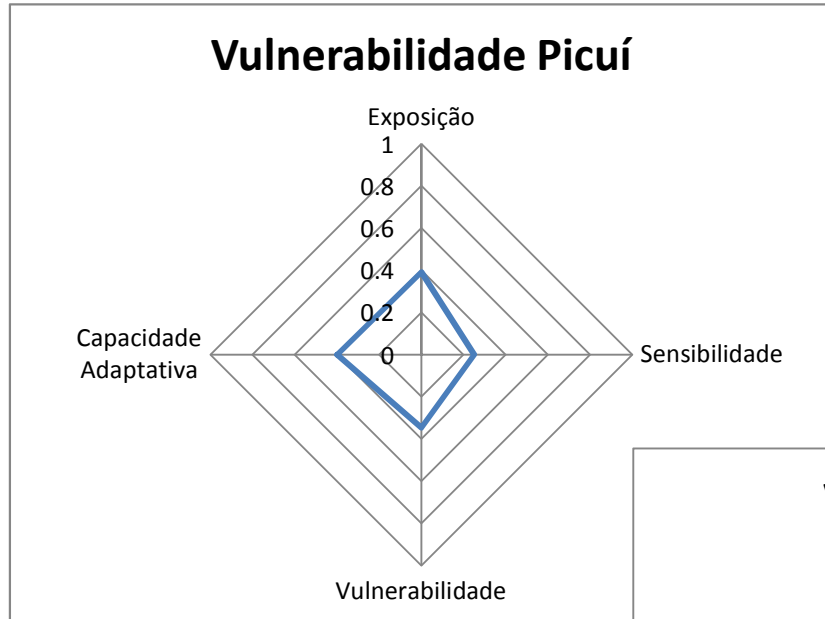


Gráfico - 11 Vulnerabilidade do município de Sousa

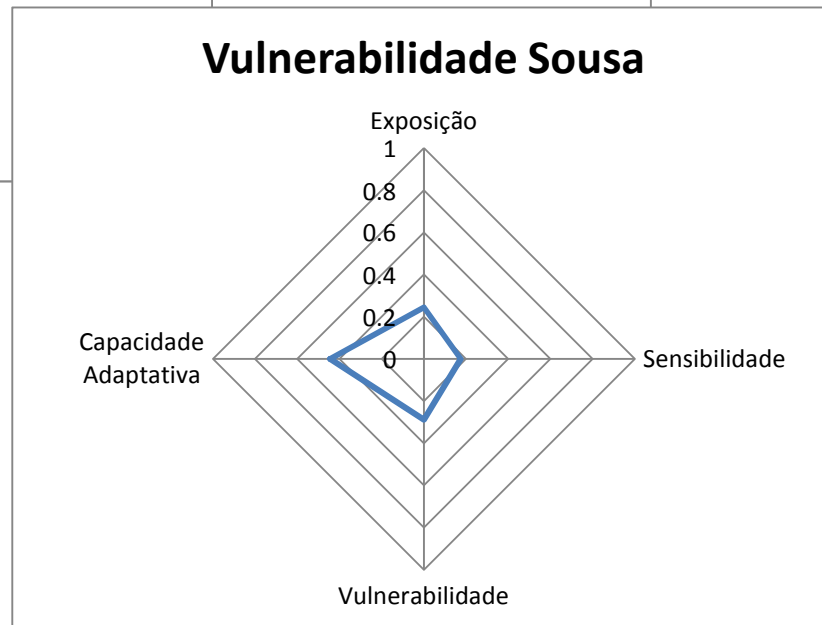
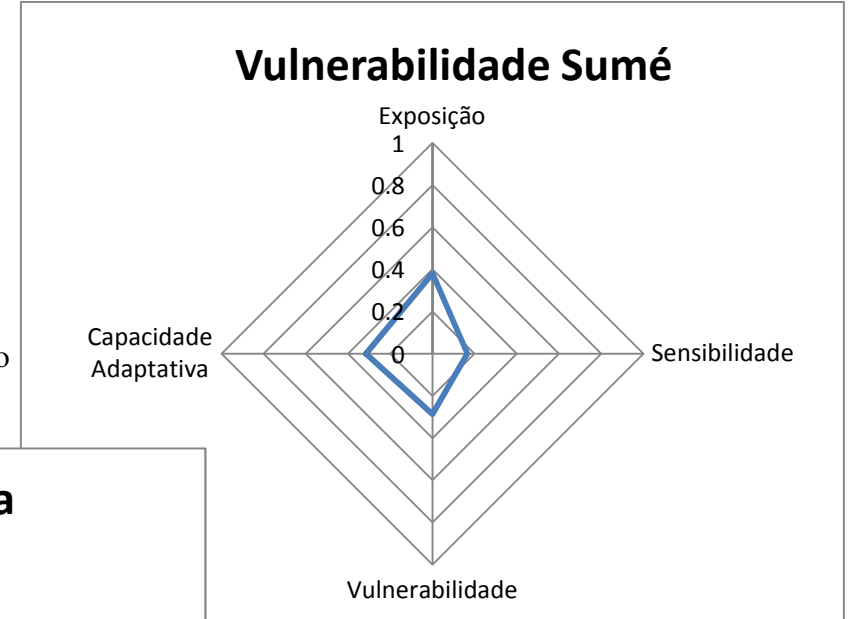


Gráfico - 12 Vulnerabilidade do município de Sumé



Elaboração do autor.

# CAPÍTULO VI

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### A volta da asa branca

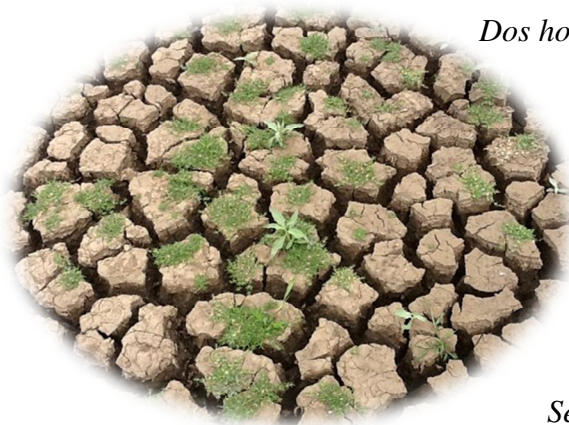
*Luiz Gonzaga*

*Já faz três noites  
Que pro norte relampeia  
A asa branca  
Ouvindo o ronco do trovão  
Já bateu asas  
E voltou pro meu sertão  
Ai, ai eu vou me embora  
Vou cuidar da prantação*



*A seca fez eu desertar da minha terra  
Mas felizmente Deus agora se alembrou  
De mandar chuva  
Pr'esse sertão sofredor  
Sertão das muié séria  
Dos homes trabaiaador*

*Rios correndo  
As cachoeira tão zoando  
Terra moiada  
Mato verde, que riqueza  
E a asa branca  
Tarde canta, que beleza  
Ai, ai, o povo alegre  
Mais alegre a natureza*



*Sentindo a chuva  
Eu me arrescordo de Rosinha  
A linda flor  
Do meu sertão pernambucano  
E se a safra  
Não atrapaiá meus pranos  
Que que há, o seu vigário  
Vou casar no fim do ano.*





## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho avaliou a vulnerabilidade ao desastre da seca, os pontos positivos e negativos da gestão dos municípios de Picuí e Sumé ambos localizados na mesorregião da Borborema, e o município de Sousa, inserido na mesorregião do Sertão. As referidas análises podem ser utilizadas pelos gestores municipais, no sentido de que possam tomar decisões em relação às diferentes temáticas abordadas, com intuito de melhorar a gestão de riscos à seca, objetivando a convivência com este fenômeno natural, tão recorrente na região semiárida brasileira. Essas mudanças, se realizadas, podem alterar o cenário atual dos municípios, fazendo com que eles sejam cada vez menos vulneráveis à seca e que possam ter uma economia produtiva resiliente a seca.

A adaptação da metodologia de Bhattacharya e Dass (2007) utilizada nesta pesquisa pode ser aplicada em qualquer região propensa ao fenômeno da seca e suas intempéries, tanto em áreas grandes como pequenas, como demonstrou o presente trabalho, já que originalmente ela foi utilizada baseada em dados estatais da Índia, aplicadas em estados desse país.

Em termos específicos, a aplicação do Indicador de Exposição evidenciou que o município com maior grau de exposição foi Picuí, com base nos dados levantados para o município.

Através da utilização dos Indicadores de Exposição notou-se também que existe uma relação direta entre a população que depende exclusivamente da agricultura e dos recursos naturais e as estiagens mais prolongadas, ou seja, na ocorrência de um evento de seca acentuada, essa parcela da população se configura como a mais exposta, o que por sua vez pode acarretar grandes danos ambientais e sociais. Nesse caso, com o insucesso da agricultura em épocas de secas, a tendência é que o campesino tente extrair o seu sustento da terra utilizando-se dos recursos naturais de forma exacerbada, comprometendo ainda mais a sua sustentabilidade. Como exemplo disto temos o extrativismo de material lenhoso da caatinga para fins de autoconsumo e/ou venda, aumentando assim a degradação ambiental local, escassez de recursos, e em muitos casos a configuração de um possível cenário propenso à desertificação.

O Indicador de Exposição ressaltou quais são as áreas onde a seca se configura mais severa, ou seja, onde há uma maior anomalia de chuva, fator que dificulta

consideravelmente a prevenção e preparação para a seca e onde a relação entre a precipitação e evaporação potencial é mais desfavorável.

Este mesmo indicador supracitado teve por finalidade analisar qual a dimensão da população rural municipal e o quanto a econômica local depende das atividades produtivas agropecuárias.

Os resultados obtidos por meio da aplicação do Índice de Sensibilidade evidenciaram novamente que o município mais sensível ao evento climático da seca é o de Picuí. Tendo em vista os dados levantados, ele se destacou negativamente como aquele de maior taxa de desemprego, menor volume de reservatórios atingidos no fim do quadrimestre chuvoso em 2010 e como região com maior taxa de áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura.

O Indicador de Sensibilidade mostrou-se como uma ferramenta útil e de fácil aplicação para a análise das características inerentes à população e às atividades por elas praticadas frente à iminência da seca; de forma que se pode inferir através destes resultados se aquele modo de produção é apropriado ou não para o clima semiárido e se estas práticas são adaptadas àquela região.

No que concerne aos Indicadores de Capacidade Adaptativa, concluiu-se que o município que possuir a maior e melhor infraestrutura e bens materiais poderia, em tese, ser o menos atingido pelo evento da seca e o que sofreria menos com as intempéries da seca. Porém, um fator importante que deve sempre ser levado em consideração é como esta renda encontra-se distribuída e como isso pode influenciar diretamente nas catástrofes sociais e na seca social.

Como já era esperado, o município de Sousa foi o que mais se destacou quanto a sua capacidade adaptativa, tendo em vista a sua elevada taxa de PIB per capita, ao grande capital que é gerado e por seus fluxos comerciais. Por outro lado, o município que teve pior desempenho foi o município de Sumé.

Obteve-se como resultado final os valores do Índice de Vulnerabilidade, o que caracterizou o município de Picuí como o mais vulnerável, seguido de perto pelo município de Sumé e como menos vulnerável encontrou-se o município de Sousa.

O Índice de Vulnerabilidade com as suas três facetas de estudo (Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa), configurou-se como uma interessante alternativa de estudo para a gestão de riscos a desastres socioambientais relacionados à seca, que ele permite a análise das mais diferentes áreas temáticas, o espaço geográfico

afetado e a população residente, tornando-se assim uma ferramenta holística e objetiva no estudo das vulnerabilidades socioambientais.

A metodologia utilizada neste trabalho, relativamente ao Indicador de Exposição, apresenta capacidade de avaliar a exposição das culturas agropecuárias e a exposição dos rebanhos inseridos na região de estudo. Este indicador mostrou-se como uma ferramenta útil para a análise das características intrínsecas da seca, da população exposta ao evento e da exposição das atividades ali praticadas.

### **Recomendações para as Instituições nacionais, estaduais e municipais:**

Para a obtenção da resposta adequada do modelo, torna-se necessário, como entrada, um conhecimento básico do pesquisador sobre a área pesquisada e quais os panoramas e agentes sociais, econômicos e de gestão pública na região que se pretende estudar. Outro fato importante para a obtenção de resultados satisfatórios é a qualidade e refino dos dados a seres implantados no sistema de indicadores, tendo em vista que um dado mal dimensionado ou coletado de forma errônea pode causar prejuízos ao modelo, a exemplo dos dados de áreas degradadas levantadas pelo IBGE em 2006, conforme expusemos nesse trabalho. Nesse sentido, o detalhamento de outras fontes de informações deve ser considerado.

Notou-se certa incoerência dos dados do Censo Agropecuário de 2006 e os da Produção Agrícola Municipal do ano de 2006 (divulgado ano a ano). Os dados da Produção Agrícola Municipal são normalmente fornecidos pelos municípios e, neste caso, observou-se que a grande maioria dos dados foram subestimados, se comparados com os dados levantados pelo IBGE.

Observou-se a ausência de dados nos municípios sobre número de cisternas, com exceção do município de Picuí. Propõe-se que os gestores municipais e seu corpo técnico-administrativo realizem o levantamento destes dados, com o intuito de buscar uma melhor gestão dessa tecnologia de importância primordial para a fixação do homem no campo, dando-o o direito fundamental à água.

Notou-se também certa falta de centralização destes mesmos dados por parte dos executores dos grandes programas governamentais de instalação de cisternas (P1MC e P1+2), quanto ao local onde foram instaladas e sobre a própria manutenção das cisternas já instaladas. Tendo em vista que no estado da Paraíba já foi constatado o uso de mais de uma cisterna por residência por domicílio, ressalta-se aqui que ambas foram

construídas pelo financiamento público, o qual proíbe esta ação de implantação simultânea de cisternas (P1MC).

Muito parecido com o que ocorre com as cisternas, também ocorre com os diversos tipos de poços de água. Há uma ausência de um levantamento fidedigno e atualizado dos poços instalados dentro dos limites municipais, existindo uma carência maior ainda em relação ao estado de conservação, distribuição espacial, manutenção e qualidade da água destes poços. Tendo em vista estas dificuldades, todos os dados utilizados nesse trabalho são oriundos dos Diagnósticos Municipais da CPRM que são referentes ao ano de 2005.

Torna-se importante aqui realçar o valoroso trabalho que a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) vem desempenhando nas áreas de monitoramento e difusão de dados referentes a açudes e de pluviosidade. Porém muito ainda se precisa avançar nos quesitos de levantamento dos dados de grandes e pequenos açudes e seu estado de conservação, distribuição espacial e manutenção destes reservatórios.

Outra dificuldade notada no âmbito municipal foi o acesso a alguns dados, muitos deles de suma importância para realização de estudos técnicos científicos. Dentre estes, o mais difícil foi a aquisição de informações referentes as gestões anteriores e atual, seja pela má gestão destes dados ou por causa de divergências políticas, muito comuns em todo Brasil.

Realça-se aqui a preocupação com a ação governamental, “ainda tímida”, de incentivo e financiamento de pesquisas sobre as práticas agropecuárias adaptadas à seca, aliados a ausência de difusão dos avanços já obtidos nesta área e ao ineficiente apoio técnico-científico prestado aos produtores (principalmente os pequenos) da região semiárida brasileira como um todo.

### **Recomendações para pesquisas futuras:**

Propõe-se para a realização de pesquisas futuras que se faça um melhor e mais refinado levantamento das áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para agricultura e pecuária nos municípios em análise, tendo em vista que os dados até o momento disponíveis não condizem com a realidade. Isto feito através da análise da refletância de imagens de satélite e trabalhos *in loco* com o intuito de validar os dados obtidos. Neste sentido, propõe-se ainda um levantamento de áreas com alta vulnerabilidade a

salinização do solo, tendo em vista os resultados obtidos por Silva Neto (2013) que constatou áreas com altos teores de sal na região do Perímetro Irrigado de São Gonçalo dentro dos limites municipais de Sousa.

Propõe-se ainda um incremento de dados de geologia, pedologia e hidrogeologia, como: infiltração, aspectos do lençol freático, grau de compactação do solo, diagnostico de falhas em áreas de subsolo cristalino, tendo em vista que assume-se que estes resultados são de grande importância na composição de um índice municipal de vulnerabilidade à seca.

Propõe-se também a introdução do numero de funcionários públicos como um indicador de Capacidade Adaptativa, tendo em vista a influencia no fluxo de capital exercida por estes indivíduos, principalmente nos pequenos municípios. Como exemplo dessa afirmativa constatou-se que no ano de 2010 no Censo Populacional, no município de Sumé, 7% (1.169 habitantes) da população local, se declarou funcionário publico das diferentes esferas (Municipal, Estadual e Federal).

Ressalta-se aqui a possibilidade de estudos atemporais, com dados de possíveis alterações nas mais diversas dimensões dos indicadores, como por exemplo, previsões de alterações de renda das populações, previsões de anomalias de chuva, projetos futuros de alterações nos modos de produção e modelos adotados, entre outros. Em suma este modelo poder ser usado para supor ou inferir cenários futuros através da alternância dos dados inseridos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, Aziz. **Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida**. Revista Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7-59, maio-agos. 1999. (USP/IEA).

ACOSTA, V. C. **Historia y desastres en América Latina**. Colômbia, v.1, 1996. p.15-37.

AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba). **Dados de postos pluviométricos da Paraíba**, 2010. Disponível em <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em fevereiro de 2013.

AESA. Agencia Executiva de gestão de Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento mensal dos volumes dos açudes (Tabelas e Gráficos)**. 2013. Disponível em: <[http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes\\_acudes/indexVolumesAcud.es.jsp](http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes_acudes/indexVolumesAcud.es.jsp)> Acessado dia 13 de Setembro de 2013.

ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; PERRIER, A. **An update for the calculation of reference evapotranspiration**. ICID Bulletin, v.43, n.2, p.35-91, 1994.

ALVES, G. S. ROCHA, J. G. **A desertificação no município de Picuí-PB: o geoprocessamento aplicado a um diagnóstico ambiental**. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2. João Pessoa – PB. 2007.

ANDRADE, M.C. de. **A terra e o homem do Nordeste**. 3. ed. rev. atual. São Paulo: Brasiliense, 1973.

ANTWI-AGYEI, Philip, Evan D.G. Fraser, Andrew J. Dougill, Lindsay C. Stringer, Elisabeth Simelton, (2012). **Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data**. Applied Geography Volume 32, Issue 2, March 2012, Pages 324–334.

ARAUJO, A. E. de. **Construção social dos riscos e degradação ambiental: município de Sousa, um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) UFCG 2002.

BABAEI, H., Araghinejad, S. and Hoorfar, A., **Developing a new method for spatial assessment of drought vulnerability (case study: Zayandeh-Rood river basin in Iran)**. 2012 IN: Water and Environment Journal. doi: 10.1111/j.1747-6593.2012.00326.

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BHATTACHARYA Sumana, e DASS Aditi. **Vulnerability to drought, cyclones and floods in India**. Winrock International, India, September 2007.

BOMFIM, E. de O. **Sustentabilidade hidroambiental de áreas de captações de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame/PB. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental.** 127 f. 2013. João Pessoa: UFPB, 2013.

BRANCO, A . M, HAQUE, C. E. **Vulnerabilidad y resposta a desastres: análises comparativo de estratégias para la mitigación de sequías.** In: Desastres y Sociedad, n 9, ano 6. LA RED. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório – reconhecimento dos solos do Estado da Paraíba.** Rio de Janeiro, 1972. 283p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental dos riscos decorrentes dos desastres naturais – **VIGIDESASTRES.** 2006. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/programa\\_vigi\\_desastres.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/programa_vigi_desastres.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2012.

BRASIL. **Nova delimitação do Semi-árido brasileiro.** Brasília, DF, 2005.

CARDIER, E; FREITAS, B.J De; LEPRUM, J.C. **Bacia Representativa de Sumé-PB: Instalação e Primeiros Resultados.** Recife, SUDENE. 87p. 1983.

CARDONA, O.D., M.K. VAN Aalst, J. BIRKMANN, M. FORDHAM, G. MCGREGOR, R. PEREZ, R.S. PULWARTY, E.L.F. SCHIPPER, and B.T. SINH, 2012: **Determinants of risk: exposure and vulnerability.** In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.

CARDONA, Omar Dário **Arboleda. evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.** 1991. Disponível em: <<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc1057/doc1057-contenido.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

CARMO, R. L. do. OJIMA A. L. R. de O.. OJIMA R.. NASCIMENTO, T. T. do. **Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água.** In: Ambiente e Sociedade. Campinas v. X, n. 1 p. 83-96 jan.-jun. 2007.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M.; CAMPOS, JNB. **A questão da água no Semiárido brasileiro.** In: Bicudo, C.E.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.. (Org.). **Água no Brasil: análises estratégicas.** 1ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, 2011, v. 1, p. 80-91.

COSTA, D. C. da, BRITO J. I. B. de. **Contribuição do DCA/UFCG ao plano nacional de controle da desertificação.** 2004 In: ANAIS DO XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Fortaleza, Ceará.

COSTA, J. R. S.. **Análise da vulnerabilidade e gestão de riscos a desastres por inundação em Municípios do Vale do Açu/RN.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. 2012.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil - Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005a.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil - Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Sousa, estado da Paraíba.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil - Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Sumé, estado da Paraíba.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005c.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Relatório do DNOCS.** João Pessoa, 1996.

DUARTE, R.. **Seca, pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil. Pobreza, desigualdad social y ciudadanía. Los límites de las políticas sociales en América Latina.** Clacso. Buenos Aires. 2001. 464p. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/pobreza/duarte.pdf>>. Acesso em 01 set 2011.

DUARTE, S. M. A.; BARBOSA M. P. . **Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semi-árido, estado da PARAÍBA.** IN: Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal , v. 6, n. 3, p. 168-189, set /dez 2009.

EIRD. **Glossário da Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD – OPAS/OMS)** Ginebra, Suíça, 2009. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/omsambiental/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=293esid=15>>. Acesso em: 10 set. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cartilha digital. **Estimando o consumo de água de suínos, aves e bovinos em uma propriedade.** 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA Solo, 1999.

FAVERO E., e DIESEL, V.. **A seca enquanto um hazard e um desastre: uma revisão teórica.** Revista Aletheia 27 (1), p. 198-209, jan./jun., 2008.

FEITOSA P. H. C. et al. **Estudo comparativo das vulnerabilidades no cenário seca/desertificação em municípios do semiárido brasileiro e norte de Portugal.** IN :Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. Mossoró – RN – Brasil, V.5, N.3, P. 01 – 09 Julho/Setembro de 2010.

FILGUEIRA, H. J. A.. **Desastres El Niño-Oscilação Sul (ENOS) versus sistemas organizacionais – Paraíba/Brasil, Flórida/Estados Unidos da América e Piura/Peru: uma análise comparativa.** Tese de Doutorado UFCG 2004.

FIPLAN. **Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba – Recursos naturais.** João Pessoa: 1980. vol. 1.



FRANÇA, L. P. **Indicadores ambientais urbanos. Revisão da literatura.** Consórcio Parceria 21 (ISER, IBAM, REDEH), 2001.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M. de; SÁ, T. F. F. de. **Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí – PB.** Revista Brasileira de Geografia Física, n. 4, v. 5, p.1043-1055, 2011.

GEORGE, P. **Geografia da População.** São Paulo: Difel, 1973.

GOMES, G.M. **Velhas Secas em Novos Sertões.** IPEA, Brasília, 2001.

HAGMAN, G. **Prevention better than cure: report on human and natural Disasters in the third World.** Swedish Red Cross, Stockholm, 1984.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. **value of water research report series, Netherland:** UNESCO/IHE, n. 11, p. 25-47, Sept. 2002.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Populacional 2010.** Disponível: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 10 mar 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acessado em agosto de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro, IBGE. 2006

IONESCU, C. KLEIN, R.J.T. HINKEL, J. K.S. KAVI K. and KLEIN, R., . **“Towards a formal framework of vulnerability to climate change”.** 2005, In: Environmental Modeling and Assessment.

IPEA. Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas. **Índice de Gini da renda domiciliar per capita segundo município.** 2010. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginipb.def>> Acessado em 03 de setembro. 2013.

IPEADATA **Dados de gastos com programas sociais.** 2010c Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acessado em agosto de 2013.

IPEADATA **Dados de investimentos com educação e cultura,** referentes ao dados do Censo 2010b Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acessado em agosto de 2013.

IPEADATA **Dados do PIB municipal 2010,** referentes aos dados do Censo 2010, 2010a. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acessado em agosto de 2013.

IPEADATA **Força de trabalho empregada na agricultura.** 2010d Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acessado em agosto de 2013.

MAGALHÃES, A. R. **Organização governamental para responder a impactos de variações climáticas.** In: Magalhães e Bezerra Neto (orgs.). 1991.

MASKREY, A. (ed.). **Navegando entre brumas – la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina**. Lima: LA RED/ITDG, p. 344, 1998.

MEDINA, J.; ROMERO, R. **Los desastres sí avisan – estudios de vulnerabilidad y mitigación II**. Lima: ITDG, 1992. p.13 - 25.

MEIRELLES, A. F. M., REIS, R.. **Anuário dos. diagnóstico de áreas de risco associadas à precipitação no município de Betim, MG: estudo de caso dos períodos chuvosos de 2006-2007 e 2007-2008**, 2009.

MELO, J. A. B. de. LIMA E. R. V. de. PEREIRA R. A. **Abordagem teórico-conceitual sobre riscos e perigos e sua manifestação no semiárido brasileiro através da desertificação**. 2008 IN: Revista OKARA: Geografia em debate, v.2, n.2, p. 128-206.

MENDONÇA, F. **Geografia socioambiental**. In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (orgs). Elementos de epistemologia da geografia contemporânea. Curitiba: UFPR, 2004, p. 121-144.

MORAES NETO J. M. de. **Gestão de riscos a desastres ENOS (EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL) no semi-árido paraibano: uma análise comparativa**. 2003. Dissertação (Mestrado) UFCG.

MOURA, C. S. de. **Vulnerabilidade das terras agrícolas, degradação ambiental e riscos a desastres ENOS no município de Sumé (PB)**. 2002. Dissertação (Mestrado) UFCG.

MPS. Ministério da Previdência Social. **Estatísticas municipais 2000 a 2012**. 2013. Disponível em < <http://www.previdencia.gov.br/estatisticas-municipais-2000-a-2010/>> acessado em 23 de setembro de 2013.

MUSSI, C. S. **Avaliação da sensibilidade ambiental costeira e de risco à elevação média do nível dos oceanos e incidência de ondas de tempestade: um estudo de caso para a Ilha de Santa Catarina, SC**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade do Vale do Itajaí. 75p. 2011.

NASCIMENTO, M. O. T. do. **Riscos de deslizamentos e inundações e condições de moradia em aglomerados subnormais na bacia do rio Sanhauá: avaliação e análise integrada**. (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER. **What is drought?: understanding and defining drought**. In: University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, c2003. Disponível em: <<http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>>. Acesso em: 22 set. 2011.

OECD. Draft Synthesis Report, **Group on State of the environment** Workshops on Indicators for Use in Environmental Performance Reviews. Doc ENV/EPOC/SE. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1993.

OECD. **Environmental indicators**: OECD Core Set. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1994.

OPAS Guimarães et al. In Material didático do **Curso internacional para gerentes sobre saúde, desastres e desenvolvimento**. 2004.

PAE-PB. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAEPB/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. 144p.

PALMER, W.C. **Meteorological drought**. US Weather Bureau Res. N° 45. Washington, 58p. 1965.

PAN-BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF, 213 p., 2005.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. **PERH-PB: plano estadual de recursos hídricos: resumo executivo e atlas**. Brasília, DF, 2006. 112p.

PAULINO, F. de S.. **Nordeste, poder e subdesenvolvimento sustentado discurso e prática**. Fortaleza: Edições UFC, 1992.

PAVAN, R. Â.. **Avaliação da sensibilidade ambiental costeira e de risco sócio ambiental do litoral centro-sul catarinense a eventos naturais extremos e elevação do nível médio dos oceanos**. Dissertação (mestrado). Universidade do Vale do Itajaí. 2012.

PDI IFPB. **Plano de desenvolvimento institucional do IFPB 2010-2014**. Ministério da Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB. 2010. Disponível em: <[http://www.ifpb.edu.br/arquivos/estatuinte/2010/PLANO\\_DE\\_DESENVOLVIMENTO\\_INSTITUCIONAL.pdf](http://www.ifpb.edu.br/arquivos/estatuinte/2010/PLANO_DE_DESENVOLVIMENTO_INSTITUCIONAL.pdf)>. Acesso em 18 de agosto de 2010.

PEIXOTO, J. A. S.. **Baía de todos os Santos: vulnerabilidades e ameaças**. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

PEREIRA, L. S., CORDERY, I. IACOVIDES, I. **Coping with water scarcity**. Paris: UNESCO, IHP-VI, Technical Documents in Hidrology, 2002.

PESSOA, D. e CAVALCANTI,. **Caráter e efeitos da seca nordestina de 1970**. Recife: SUDENE-SIRAC, 1973.

PNUD. Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil** 2013. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acessado em: 03 de setembro. 2013.

PNUD: Reducing Disaster Risk: a challenge for development. **A global report** (M. Pelling, A. Maskrey, P. Ruiz, L. Hall, eds.). John S. Swift Co., USA, 146 pp, 2004.

Disponível < [http://www.wmo.int/pages/prog/drr/resourceDrrDefinitions\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/prog/drr/resourceDrrDefinitions_en.html)> acessado em julho de 2013

PORTO, M. F. **Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o local na promoção da saúde e já justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007. 248p.

PRODER, **Programa de emprego e renda. Picuí: diagnóstico sócio- econômico**. João Pessoa: SEBRAE/PB, 1996, 63p.

ROOY, M.P. VAN. **A rainfall anomaly index independent of time and space**, Notes, 14-,43, 1965.

SAFI, A. S., Smith W. J., Liu Z. (2012). **Rural Nevada and climate change: vulnerability, beliefs, and risk perception**. *Risk Analysis*, Vol. 32, No. 6, 2012. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2012.01836.x

SALVATI, L., Zitti, M., Ceccarelli, T., Perini, L. **Developing a synthetic index of land vulnerability to drought and desertification**. *Geographical Research*, volume 47, Issue 3, pages 280–291, September 2009, DOI: 10.1111/j.1745-5871.2009.00590.x.

SANTOS, J. A. dos. **Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2007.

SANTOS, M. J. dos. **Programa um milhão de cisternas rurais: proposição de um sistema de indicadores de avaliação de sustentabilidade SIAVS-P1MC**. Tese (Doutorado). 2010, 242f. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Pós-Graduação e Recursos Naturais. Campina Grande, 2010.

SANTOS, R. F. , MEDEIROS P. G., MEDEIROS P. G, Silveira T. A., ROSENDO E. E. Q. **ANÁLISE dos dados climatológicos de precipitação pluvial e temperatura de áreas em processo de desertificação no Seridó Oriental paraibano**. In: VIII CONEEPI (Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação) anais, Salvador – BA .2013.

SEMAR-PB/LMRS-PB. Secretária Extraordinária dos Recursos Hídricos e Minerais da Paraíba e Laboratório de meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba, **Boletim informativo**, João Pessoa. 1999.

SILVA NETO, M. F. da. **A problemática da salinização do solo no perímetro irrigado de São Gonçalo – PB** 2013. Dissertação (Mestrado) UFPB.

SILVA, A. M. da; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. **Avaliação da sustentabilidade no município de João Pessoa, PB**. In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas*. Campina Grande, PB: Ed. UFCG, 2010.

SILVA, E. P. da. **Estudo da vulnerabilidade sócio-econômico-ambiental e os riscos a desastre Enos (El Niño Oscilações Sul) no município de Picuí - Paraíba.** Um estudo de caso, Dissertação (Mestrado), UFCG, 2002.

SILVA, R. M. Alves. **Entre o combate a seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento.** (Tese de Doutorado). Brasília: UNB, 2006, 298p.

SILVEIRA, T. A.; SANTOS, R. F.; MEDEIROS, P. G. **Análise climatológica e social das áreas em processo de desertificação na região do Seridó Oriental paraibano: Estudo de caso aplicado ao município de Picuí.** Projeto de Pesquisa PIBIC EM/CNPq. Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação, IFPB, 2012.

SINAPRED, Módulo I, Gestión del Riesgo para los Comités Territoriales de Prevención, Mitigación e Atención de desastres, **Programa nacional de capacitación en gestión del riesgo, módulo II, planificación de la respuesta con enfoque de gestión del riesgo**, Programa Nacional de Capacitación en Gestión del Riesgo Managua, 2003.

SMIT. WANDEL, J. **Adaptation, adaptative capacity and vulnerability.** In Global Environmental Change 16 (2006) 282–292.

SOUZA, B. I. de. **Modificações climáticas e desertificação.** In: A Conferência da Terra. Aquecimento global, sociedade e biodiversidade, v. 1, p. 55-65. Giovanni Seabra, José Antônio N. da Silva e Ivo Thadeu L. Mendonça (orgs.). João Pessoa: Ed. Universitária da UFPB, 2010.

SOUZA, J. G. de, **O nordeste brasileiro: uma experiência de desenvolvimento regional banco do nordeste do Brasil**, Fortaleza, XXII, 410p., 1979.

UNESCO. **Conferência das nações unidas sobre a desertificação.** Nairobi, 1977.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. **Terminology on disaster risk reduction.** Disponível em <http://www.unisdr.org>. Acesso em Junho de 2013.

VARGAS, J. E. **Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales.** Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, 2002. Disponível em: <[http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/10561/lcl1723e\\_1.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/10561/lcl1723e_1.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2013.

WILHITE, D. A.; e M.H. GLANTZ. **Understanding the drought phenomenon: The Role of Definitions.** 1985. Water Internacional 10:11-120.

ZANELLA, M. E. **Episódios pluviométricos intensos e os impactos socioambientais causados no estado do Ceará no ano de 2009.** IN: Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos – ENG, 2010.

## REFERÊNCIAS DAS IMAGENS UTILIZADAS NAS CAPAS DOS CAPÍTULOS

Capítulo I, (*Introdução*): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: <<http://eduardoleite.blogspot.com.br/2013/04/micareta-uma-festa-inoportuna-e.html>>.

Capítulo II, (*Discussão teórica-conceitual*): Autor: Padre Djacy Brasileiro, Disponível em: <<https://www.facebook.com/djacy.brasileiro?fref=ts>>.

Capítulo III, (*Caracterização da área de estudo*): Vaqueiro. Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: <<http://pedropoppi.wordpress.com/>>.

Capítulo IV, (*Materiais e métodos*): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: <<http://var.al/larissa-arruda/sertao-cultivado/>>.

Capítulo V, (*Resultados e Discussões*): Autor: Padre Djacy Brasileiro, Disponível em: <<https://www.facebook.com/djacy.brasileiro?fref=ts>>.

Capítulo VI, (*Conclusões e Recomendações*): Imagem da internet, autor desconhecido: Grama: Disponível em: <<http://pt.dreamstime.com/fotografia-de-stock-royalty-free-grama-verde-na-terra-seca-image24018977>>; Autor Desconhecido: Mandacaru: Disponível em: <<https://itbeauty.wordpress.com/2013/08/page/2/>> Autor Desconhecido: Seca\_ne\_123: Disponível em: <[http://www.cnews.com.br/cnews/noticias/49022/acoes\\_de\\_combate\\_a\\_seca\\_beneficia\\_municipios](http://www.cnews.com.br/cnews/noticias/49022/acoes_de_combate_a_seca_beneficia_municipios)>.

## ANEXO I

### **Descrição das tabelas utilizadas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).**

#### **Título das Tabelas:**

**Tabela 229** - Famílias residentes em domicílios particulares por tipo de família, situação do domicílio e número de componentes das famílias.

**Tabela 765** - Número de estabelecimentos e Área dos estabelecimentos agropecuários, por condição do produtor em relação às terras, sexo, classe de idade e nível de instrução da pessoa que dirige o estabelecimento.

**Tabela 822** - Produção, Venda, Valor da produção e Área colhida da lavoura temporária por produtos da lavoura temporária, condição produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica, grupos de área total e grupos de área colhida.

**Tabela 854** - Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos por utilização das terras, condição do produtor em relação às terras, tempo em que o produtor dirige o estabelecimento, grupos de área total e associação à cooperativa e/ou à entidade de classe.

**Tabela 855** - Número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação e Área dos estabelecimentos por método utilizado para irrigação, condição do produtor em relação às terras, fonte de água utilizada, orientação técnica e grupos de área de lavoura.

**Tabela 856** - Número de estabelecimentos agropecuários, Número e Capacidade dos silos para forragens por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica, grupos de área total e grupos de área de lavoura.

**Tabela 857** - Número de estabelecimentos agropecuários, Número e Capacidade dos depósitos e silos para guarda da produção de grãos por condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica, grupos de área total e grupos de área de lavoura.

**Tabela 1244** - Número de estabelecimentos e Área dos estabelecimentos agropecuários por condição legal das terras, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total.

**Tabela 1008** - Número de estabelecimentos agropecuários com uso de agrotóxicos por tipo de equipamento utilizado na aplicação do agrotóxico, condição do produtor em relação às terras, nível de instrução da pessoa que dirige o estabelecimento, orientação técnica, uso de equipamentos de proteção e indicativo de pessoas intoxicadas.

**Tabela 1749** - Efetivo da pecuária nos estabelecimentos agropecuários, com agricultura familiar e não familiar, em 31/12/2006, por espécie de efetivo, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e grupos de área total - (MDA).

**Tabela 3213** - Pessoas de 5 anos ou mais de idade alfabetizadas e Taxa de alfabetização das pessoas de 5 anos ou mais de idade, por idade.



## ANEXO II

**Referências utilizadas na composição dos pesos de exposição das culturas agropecuárias e dos rebanhos:**

**5.7.2 – Demanda para a Pecuária**

Para o cálculo da demanda de água para os rebanhos, foi aplicado o coeficiente de demanda indicado pelo PLIRHINE, que admite um consumo médio constante de 50 l/cab/dia, por cada unidade BEDA. A demanda para abastecimento pecuário por município foi obtida multiplicando-se o consumo médio pelo BEDA, que é definido pela seguinte equação:

$$BEDA = BOV + EQUI + \frac{1}{5}(OV/CAP) + \frac{1}{4}(SUI)$$

Onde:

BOV = bovinos e bufalinos  
 OV/CAP = ovinos e/ou caprinos  
 EQUI = equídeos (equínos + asininos + muares)  
 SUI = suínos

Fonte: PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. **PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas**. Brasília, DF, 2006. 112p.

HUMANOS		Total em Litros
Número de Pessoas	multiplicado por 180 L/dia/pessoa	
BOVINOS DE CORTE		
Animais	Cabeças	Litros/Dia/Cabeça
Até 250 kg		multiplicado por 18,0
Até 410 kg		multiplicado por 32,0
Até 566 kg		multiplicado por 46,0
Vacas com bezerros		multiplicado por 55,0
Vacas Secas		multiplicado por 46,0
Bezerros		multiplicado por 9,0
BOVINOS DE LEITE		
	Cabeças	Total em Litros
Vaca em Lactação		multiplicado por 62,0
Vaca e Novilha no final da gestação		multiplicado por 51,0
Vaca Seca e Novilha gestante		multiplicado por 45,0
Fêmea Desmamada		multiplicado por 30,0
Bezerro Lactante (a pasto)		multiplicado por 11,0
Bezerro Lactante (baía até 60 dias)		multiplicado por 1,0
Total de água consumida pelos Bovinos (soma das colunas)		
AVES		
	Cabeças	Total em Litros
Frangos		multiplicado por 0,16
Frangas		multiplicado por 0,18
Poedeiras		multiplicado por 0,25
Reprodutores(as)		multiplicado por 0,32
Total de água consumida pelas Aves (soma das colunas)		
SUÍNOS		
	Cabeças	Total em Litros
Até 55 dias de idade		multiplicado por 3,0
De 56 a 95 dias de idade		multiplicado por 8,0
De 96 a 156 dias de idade		multiplicado por 12,0
De 157 a 230 dias de idade		multiplicado por 20,0
Leitoas		multiplicado por 16,0
Fêmeas em gestação		multiplicado por 22,0
Fêmeas em lactação		multiplicado por 27,0
Machos		multiplicado por 20,0
Total de água consumida pelos Suínos (soma das colunas)		
CONSUMO TOTAL DA PROPRIEDADE POR DIA EM LITROS (Somar todos os valores Totais)		

\* Nas quantidades de litros por cabeça por dia não foi considerado o gasto com lavagem das instalações

Fonte: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cartilha digital **Estimando o Consumo de Água de Suínos, Aves e Bovinos em uma propriedade.** 2005.

Demanda específica de água por produtos selecionados (em m <sup>3</sup> /t), Brasil, 1999.			
Produto	Demanda espec. de água	Produto	Demanda espec. de água
Banana	483	Vegetais	273
Cevada	1.823	Melancia	596
Feijão seco	5.846	Trigo	1.706
Feijão verde	***	Algodão	3.095
Uvas	485	Repolho	***
Amendoim	2.701	Cenoura	235
Milho	1.261	Couve-flor	360
Manga	1.878	Pepino	401
Milheto	***	Alface	203
Palm	1.286	Aveia	4.592
Pimenta	1.470	Cebola verde	220
Batata	305	Cebola seca	528
Sorgo	2.467	Ervilha	461
Soja	2.244	Açafrão	***
Beterraba	220	Espinafre	***
Cana de açúcar	209	Batata doce	565
Girassol	5.351	Alcachofra	***
Tabaco	2.295	Cítricos	1.741
Tomate	954	Arroz	2.720

\*\*\*Não disponível. Fonte: Hoekstra e Hung, 2002.

Fontes: CARMO, Roberto Luiz do. OJIMA Andréa Leda Ramos de Oliveira. OJIMA Ricardo. NASCIMENTO, Thais Tartalha do. **Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água.** In: Ambiente e Sociedade. Campinas v. X, n. 1 p. 83-96 jan.-jun. 2007.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. **Value of Water Research Report Series, Netherland:** UNESCO/IHE, n. 11, p. 25-47, Sept. 2002.

## APÊNDICE

**Dados utilizados nos cálculos dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e no Índice de Vulnerabilidade:**  
**Quadro - 3 Dados referentes ao município de Picuí.**

	Município de Picuí				
		ID <sup>17</sup>	Valor	Valor p/ Cálculo	Ano/ Período
<b>EXPOSIÇÃO</b>	<b>Características do Stress</b>	1	-1,7412	0,419602	1994-2011
		2	0,3568	0,511272	1961-1999
	<b>População Exposta</b>	3	33,3500	0,333500	2010
		4	33,4900	0,334900	2010
	<b>Exposição da Atividade</b>	5	0,2000	0,998000	2006
		6	4,9100	0,950900	2006
		7	46,7000	0,467000	2006
		8	53,2700	0,467300	2006
		9	0,3700	0,003700	2006
		10	0,9200	0,990800	2006
		11	0,2983	0,701745	2006
		12	0,1037	0,896325	2006
<b>SENSIBILIDADE</b>	<b>Socioeconômico</b>	13	373,6100	0,2321341	2010
		14	0,5300	0,5300000	2010
		15	41,4444	0,4144441	2010
	<b>Características Tecnológicas</b>	16	53,3500	0,4665000	2010
		17	1,6372	0,9836277	2005
		18	34,4739	0,6552612	2010
		19	9,9533	0,9004667	2006
		20	45,9500	0,5405000	2006
		21	1,9230	0,9807700	2006
	<b>Características das Atividades</b>	22	8,5700	0,0857000	2006
<b>CAPACIDADE ADAPTATIVA</b>	<b>Capacidade Humana</b>	23	71,3149	0,713148941	2010
		24	22,2862	0,222862474	2010
		25	0,6080	0,608000000	2010
		26	8,2979	0,082978656	2010
	<b>Governabilidade</b>	27	16,1563	0,161562946	2010
		28	4638,8400	0,748989345	2010
	<b>Meios de Vida</b>	29	60,6611	0,606610922	2010

<sup>17</sup> Identificador de cada indicador.

Quadro - 4 Dados referentes ao município de Sousa.

	Município de Sousa				
		ID <sup>18</sup>	Valor	Valor p/ Cálculo	Ano/ Período
EXPOSIÇÃO	Características do Stress	1	-2,6357	0,121145	1994-2011
		2	0,3689	0,531541	1961-1999
	População Exposta	3	15,4100	0,154100	2010
		4	21,1600	0,211600	2010
	Exposição da Atividade	5	5,5100	0,944900	2006
		6	5,8600	0,941400	2006
		7	21,8700	0,218700	2006
		8	70,5900	0,294100	2006
		9	0,2700	0,002700	2006
		10	0,6200	0,993800	2006
		11	0,1718	0,828161	2006
		12	0,1095	0,890463	2006
SENSIBILIDADE	Socioeconômico	13	485,5100	0,2827753	2010
		14	0,5400	0,5400000	2010
		15	40,8036	0,4080361	2010
	Características Tecnológicas	16	75,7000	0,2430000	2010
		17	1,8728	0,9812720	2005
		18	9,2413	0,9075872	2010
		19	10,0333	0,8996667	2006
		20	59,5300	0,4047000	2006
		21	3,8720	0,9612800	2006
	Características da Atividade	22	2,9500	0,0295000	2006
CAPACIDADE ADAPTATIVA	Capacidade Humana	23	72,4207	0,724207103	2010
		24	29,3801	0,293801194	2010
		25	0,6680	0,668000000	2010
		26	2,0727	0,020726534	2010
	Governabilidade	27	19,6344	0,196343632	2010
		28	8910,3800	1,000000000	2010
	Meios de Vida	29	84,5854	0,845854201	2010

<sup>18</sup> Identificador de cada indicador.

Quadro - 5 Dados referentes ao município de Sumé.

	Município de Sumé				
		ID <sup>19</sup>	Valor	Valor p/ Cálculo	Ano/ Período
<b>EXPOSIÇÃO</b>	<b>Características do Stress</b>	1	-0,6591	0,780305	1994-2011
		2	0,3500	0,500000	1961-1999
	<b>População Exposta</b>	3	35,2400	0,352400	2010
		4	23,8000	0,238000	2010
	<b>Exposição da Atividade</b>	5	0,4200	0,995800	2006
		6	0,0300	0,999700	2006
		7	12,7200	0,127200	2006
		8	47,2700	0,527300	2006
		9	0,1900	0,001900	2006
		10	2,7200	0,972800	2006
		11	0,3108	0,828161	2006
		12	0,1448	0,855174	2006
<b>SENSIBILIDADE</b>	<b>Socioeconômico</b>	13	396,7200	0,329011742	2010
		14	0,5000	0,5	2010
		15	38,4932	0,384931507	2010
	<b>Características Tecnológicas</b>	16	71,6000	0,284	2010
		17	3,6305	0,963694507	2005
		18	28,7246	0,71275395	2010
		19	3,8900	0,9611	2006
		20	15,6400	0,8436	2006
		21	0,9650	0,99035	2006
	<b>Características da Atividade</b>	22	2,6700	0,0267	2006
<b>CAPACIDADE ADAPTATIVA</b>	<b>Capacidade Humana</b>	23	69,7260	0,697260274	2010
		24	21,0834	0,210834371	2010
		25	0,6270	0,627000000	2010
		26	4,7167	0,047167246	2010
	<b>Governabilidade</b>	27	18,4620	0,184620174	2010
		28	4907,2300	0,193160772	2010
	<b>Meios de Vida</b>	29	64,7564	0,647563713	2010

<sup>19</sup> Identificador de cada indicador.