

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

RAISSA BORGES OLIVEIRA

**VULNERABILIDADE À SECA PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA: estudo
de caso de quatro municípios do estado da Paraíba**

João Pessoa – PB

2017

RAISSA BORGES OLIVEIRA

**VULNERABILIDADE À SECA PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA: estudo
de caso de quatro municípios do estado da Paraíba**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira

João Pessoa-PB

2017

O48v

Oliveira, Raissa Borges.

Vulnerabilidade à seca para a região semiárida: estudo de caso de quatro municípios do estado da Paraíba / Raissa Borges Oliveira. - João Pessoa, 2017.

115 f.: il. -

Orientador: Tarciso Cabral da Silva.

Coorientador: Hamilcar José Almeida Filgueira.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/ CCEN

1. Meio Ambiente. 2. Semiárido - Brasil. 3. Seca - Paraíba.
I. Título.

UFPB/BC

CDU: 504(043)

RAISSA BORGES OLIVEIRA

**VULNERABILIDADE À SECA PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA: estudo
de caso de quatro municípios do estado da Paraíba**

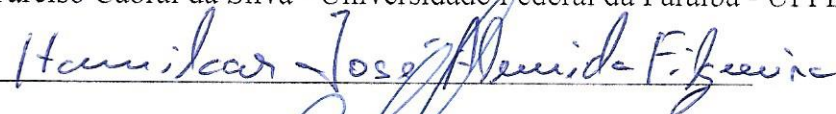
Dissertação submetida à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do grau de Mestre.

João Pessoa, 21 de fevereiro de 2017.

BANCA EXAMINADORA



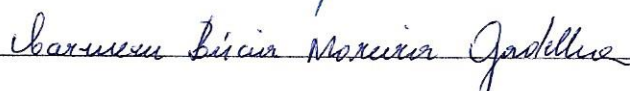
Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva - Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira - Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Eduardo Rodrigues Viana de Lima - Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Carmem Lúcia Moreira Gadelha - Universidade Federal da Paraíba - UFPB

João Pessoa-PB

2017

À Deus e a minha família que sempre acreditaram no meu potencial e me incentivaram até os dias de hoje.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao DEUS PAI todo poderoso, pela vida, a MARIA SANTÍSSIMA por está sempre intercedendo junto ao Pai e ao ESPÍRITO SANTO pela luz constante em meu caminho. O que seria de mim sem a fé?

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mainha, seu cuidado e dedicação foram fundamentais em todos os momentos, alimentaram a esperança para seguir. Painho, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada, aos meus irmãos Ralison e Ritalice, aos meus sobrinhos Ryan e Heitor Joaquim, a toda minha família que, com muito amor, dedicação, carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, vocês foram essenciais.

Ao meu esposo Gilson, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais viva de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência nos momentos de ausência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada etapa dessa luta.

Ao orientador Prof. Dr. Tarciso Cabral da Silva, meus agradecimentos a você que vem desde o princípio dessa jornada, recordo-me fielmente do momento em que confiavas em mim, ao responder o primeiro e-mail no qual relatava meu desejo de desenvolver uma pesquisa de mestrado. E, daí por diante não mediu esforços para transmitir com tanta maestria seus conhecimentos. Sem sua orientação jamais chegaria até aqui.

Ao coorientador Prof. Dr. Hamilcar José de Almeida Filgueira, por seu apoio e amizade, além de sua dedicação, competência e especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para conclusão deste trabalho e sonho.

Aos membros da banca de qualificação e de defesa pelas grandes contribuições dadas a esse trabalho.

A todos os professores, funcionários do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), vocês são parte dessa história para sempre.

Aos amigos da turma 2015.1, obrigada pela amizade, guardarei todos vocês no meu coração e as boas lembranças dos momentos partilhados.

Aos amigos do Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental do Centro de Tecnologia da UFPB, em especial aos amigos de “salinha”. Obrigada por todos os momentos vividos, pelo companheirismo acima de tudo.

Ao amigo e companheiro de pesquisa Eliamin Eldan, meu agradecimento especial, por tamanha dedicação na ajuda da coleta de dados e visitas em campo. Muito obrigada por todo cuidado, atenção, disposição e seriedade. As palavras seriam insuficientes para lhe agradecer nesse momento. Sua contribuição na realização dessa pesquisa foi extremamente fundamental.

A minha prima Vibérica Gonçalves da Costa, pelo acolhimento em sua residência. Seu apoio foi primordial nas minhas estadias na cidade de João Pessoa.

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

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

Aos representantes da gestão municipal de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel, obrigada pela acolhida e fornecimento de dados importantes para a pesquisa.

A todos, que de maneira direta ou indireta contribuíram para a minha formação e a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

A região semiárida brasileira tem um quadro histórico de longos períodos de secas. Desse modo, a promoção do desenvolvimento e de melhorias na qualidade de vida tem sido comprometida por tais ocorrências, aumentando assim a vulnerabilidade nessa região. Secas de moderada intensidade, que anteriormente causavam só pequeno impacto, atualmente podem resultar em consequências econômicas sérias e grandes impactos sobre a população. Portanto, pode ser difícil identificar se é a frequência das secas que está aumentando ou é porque existe um quadro de vulnerabilidade socioambiental que proporcionou problemas de desenvolvimento da região e perda de qualidade de vida das populações. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a vulnerabilidade socioambiental às secas dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel, por meio de indicadores multitemáticos. A metodologia consistiu na adaptação e aplicação dos indicadores de vulnerabilidade à seca que consideram a vulnerabilidade a partir da média aritmética simples dos fatores de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa, utilizando-se dados dos municípios, oriundos de órgãos governamentais e não governamentais, de sites oficiais e de trabalhos de campo. De acordo com os resultados gerais, o município de Cabaceiras apresentou o maior valor de exposição e Patos o menor, valores influenciados principalmente por causa das características climáticas desses municípios. Em relação ao indicador Sensibilidade, o município que apresentou o maior valor foi Cabaceiras. Com relação ao indicador Capacidade adaptativa o município de Cabaceiras voltou a apresentar o pior desempenho, principalmente no que diz respeito ao sub-indicador de governabilidade que se sobressai quando comparado aos demais municípios estudados. As análises realizadas por meio da comparação entre os municípios estudados permitiram identificar que o município de Cabaceiras foi considerado o mais vulnerável, sendo classificado com Média vulnerabilidade. Cajazeiras foi o de menor índice de vulnerabilidade, mas igualmente classificado como de Média vulnerabilidade. Com a aplicação da metodologia do Índice de vulnerabilidade e da espacialização dos resultados, há a expectativa de que a pesquisa possa subsidiar a promoção de uma melhor compreensão da situação da vulnerabilidade ao fenômeno das secas, em uma visão regional, haja vista a fácil visualização que oportuniza a percepção das problemáticas com uma capacidade de interpretação mais ampla.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido. Seca. Indicadores. Vulnerabilidades.

ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region has a long historical picture of droughts. Thereby, the promotion of development and improvements in the quality of life has been compromised by such occurrences, thus increasing vulnerability in this region. Droughts of moderate intensity, which previously caused only small impact, can currently result in serious economic consequences and major impacts on the population. Therefore, it can be difficult to identify if it is the droughts frequency that is increasing or it is because there is a socioenvironmental vulnerability that has caused problems of development of the region and loss of quality of populations' life. The objective of this study was to evaluate the socioenvironmental vulnerability to droughts in the municipalities of Cabaceiras, Cajazeiras, Patos and Princesa Isabel, using multi-thematic indicators. The methodology consisted in the adaptation and application of the indicators of vulnerability to drought that consider the vulnerability from the simple arithmetic mean of exposure, sensitivity and adaptive capacity factors, using data from municipalities, from governmental and non-governmental agencies, from official websites and field works. According to the general results, the municipality of Cabaceiras presented the highest value of exposure and the lowest was Patos, values influenced mainly by the climatic characteristics of these municipalities. Regarding to the sensitivity indicator, the municipality that presented the highest value was Cabaceiras. Regarding to the indicator of Adaptive capacity, the municipality of Cabaceiras returned to show the worst performance, especially concerning to the sub-indicator of governability that stands out when compared to the other municipalities studied. The analyzes carried out by the comparison means between the studied municipalities allowed to identify that the municipality of Cabaceiras was considered the most vulnerable, being classified as Medium vulnerability. Cajazeiras was the one with the lowest vulnerability index, but also classified as Medium Vulnerability. With the application of the vulnerability index methodology and the spatialisation of the results, it is expected that the research can subsidize the promotion of a better understanding of the vulnerability situation to the droughts phenomenon, in a regional view, due to the easy visualization that Perception of the problems with a broader interpretation.

KEY WORDS: Semiarid. Drought. Indicators. Vulnerabilities.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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

BPC: Benefício de Prestação Continuada.

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

CEMADEN: Centro Nacional de Monitoramentos e Alertas de Desastres Naturais.

CONVIVER: Programa Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido.

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

DNOCS: Departamento Nacional de Obras Conta a Seca.

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

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

GPS: Global System Position.

IAC: Índice de Anomalia de Chuva.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano.

IFOCS: Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas.

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia.

INSA: Instituto Nacional do Semiárido.

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

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

ISVS: Índice Socioeconômico de Vulnerabilidade a seca.

MDS: Ministério do Desenvolvimento Social.

MPS: Ministério da Previdência Social.

ONU: Organização das Nações Unidas.

P1MC: Programa Um Milhão de Cisternas.

ASA: Articulação do Semiárido Brasileiro.

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.

PDAI: Programa Desenvolvimento da Agricultura Irrigada.

PIB: Produto Interno Bruto.

PNUD: Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento.

PRONAF: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar.

PROÁGUA: Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro.

RAI: Rainfall Anomaly Index.

RMV: Renda Mensal Vitalícia.

SAD: South American Datum.

SCIENTEC: Associação para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia.

SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação automática.

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SUDENE: Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.

UFPB: Universidade Federal da Paraíba.

UTM: Universal Transversa de Mercator.

UNISDR: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo	36
Figura 2 - Localização do município de Cabaceiras na microrregião do Cariri Oriental, estado da Paraíba	37
Figura 3 - Localização do município de Cajazeiras na microrregião de Cajazeiras, estado da Paraíba	39
Figura 4 - Localização do município de Patos na microrregião de Patos, estado da Paraíba...	41
Figura 5 - Localização do município de Princesa Isabel na microrregião da Serra do Teixeira, estado da Paraíba	43
Figura 6 – Fluxograma das atividades desenvolvidas da pesquisa.....	46
Figura 7 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Exposição dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba	79
Figura 8 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Sensibilidade dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba	83
Figura 9 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Capacidade Adaptativa dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba	87
Figura 10 - Representação cartográfica da classificação do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Unidades da federação, número de municípios e população que compõem o semiárido brasileiro	24
Tabela 2 - Classificação do Índice de Aridez	53
Tabela 3- Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa e Índice de vulnerabilidade dos municípios estudados	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores de vulnerabilidade à seca	48
Quadro 2 - Índices de vulnerabilidade à seca, Indicadores, sub-indicadores e variáveis.....	50
Quadro 3 - Classificação dos Indicadores e do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Exposição do município de Cabaceiras.....	77
Gráfico 2: Exposição do município de Cajazeiras.....	78
Gráfico 3: Exposição do município de Patos	78
Gráfico 4: Exposição do município de Princesa Isabel	79
Gráfico 5: Sensibilidade do município de Cabaceiras.....	81
Gráfico 6: Sensibilidade do município de Cajazeiras.....	82
Gráfico 7: Sensibilidade do município de Patos.....	82
Gráfico 8: Sensibilidade do município de Princesa Isabel	83
Gráfico 9: Capacidade adaptativa do município de Cabaceiras	85
Gráfico 10: Capacidade adaptativa do município de Cajazeiras	85
Gráfico 11: Capacidade adaptativa do município de Patos	86
Gráfico 12: Capacidade adaptativa do município de Princesa Isabel.....	86
Gráfico 13: Vulnerabilidade do município de Cabaceiras	89
Gráfico 14: Vulnerabilidade do município de Cajazeiras	89
Gráfico 15: Vulnerabilidade do município de Patos	90
Gráfico 16: Vulnerabilidade do município de Princesa Isabel	90

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.1.1 Objetivo geral.....	22
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	24
2.2 SECA	27
2.3 VULNERABILIDADE	29
2.4 GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES	31
2.5 INDICADORES COMO FERRAMENTA DE GESTÃO	33
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
3.1 MUNICÍPIO DE CABACEIRAS – PB.....	37
3.2 MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS – PB	38
3.3 MUNICÍPIO DE PATOS – PB	40
3.4 MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL – PB.....	42
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
4.1 ADAPTAÇÃO DOS INDICADORES DE VULNERABILIDADE À SECA	47
4.2 VARIÁVEIS COMPONENTES DOS INDICADORES	51
4.3 NORMALIZAÇÃO DOS DADOS E UTILIZAÇÃO DE MÉDIAS.....	72
4.4 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES E DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À SECA.....	74
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5.1 EXPOSIÇÃO DOS MUNICÍPIOS.....	76
5.2 SENSIBILIDADE DOS MUNICÍPIOS	80
5.3 CAPACIDADE ADAPTATIVA DOS MUNICÍPIOS.....	84
5.4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DOS MUNICÍPIOS	87
5.5 CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À SECA	91
6. CONCLUSÕES	93
7. RECOMENDAÇÕES	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

ANEXOS	109
APÊNDICES	112

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO



Fonte: Internet¹

¹ Todas as fontes das imagens apresentadas nas capas dos capítulos encontram-se nas referências bibliográficas.

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira tem um quadro histórico de longos períodos de secas. Os primeiros registros foram encontrados nos documentos portugueses do século XVI, onde em 1552 o Padre Antônio Pires mencionou que, em Pernambuco, já não chovia há quatro ou cinco anos. Mais tarde, entre os anos de 1583 e 1585, Padre Fernão Cardin relatou que as secas afetaram mais de 4 mil índios, mencionando ainda que "houve uma grande seca e esterilidade na província (Pernambuco) e desceram do sertão, socorrendo-se aos brancos cerca de quatro ou cinco mil índios" (CAMPOS e STUDART, 2001; ROSADO, 2008).

Nessa mesma época o professor João de Deus de Oliveira mencionou que "os primeiros colonizadores lusos testemunharam, por certo, a luta tremenda, dentro das selvas, dos Tabajaras, dos Kariris, indígenas sertanejos, estes últimos acossados pelos efeitos das secas, famintos errantes, em contínuos entrechoques de raças do Jaguaribe, do Apodi, e do Acçu, ao Norte, e às ribeiras do São Francisco ao Sul e Leste" (PAULINO, 1992; CAMPOS, 1994, p.09).

A partir desses relatos observa-se que os problemas oriundos das secas na região Nordeste do Brasil ocorrem há muito tempo, mesmo em áreas com densidade demográfica baixa, falta de infraestrutura para abastecimento de água, dentre outras características. Para Santos et al. (2012), a seca, desde as primeiras ocupações da região, têm provocado movimentos migratórios, perdas econômicas, dificuldade de desenvolvimento da agricultura e pecuária.

A região Nordeste brasileira, com uma área de 1.561.177,8 km², abrange 18,27% do território nacional. Apresenta uma população de 53 milhões de habitantes, com maior concentração nas principais cidades, quais sejam: Salvador - BA, Fortaleza - CE, Recife - PE, e São Luís - MA, e densidade demográfica de 34,15 hab./km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010).

Segundo Silva (2003), no discurso institucional o Nordeste é conhecido como a “terra das secas”, merecedora de atenção especial do poder público. Além disso, em parte da literatura, da dramaturgia e da música, o tema da seca também aparece como um fenômeno relacionado principalmente aos desastres sociais, uma fatalidade que tem resultado na desorganização do modo de vida das famílias e da sociedade.

Tradicionalmente os governos de regiões semiáridas do mundo têm atuado objetivando na implantação de estruturas para a disponibilização de água visando garantir o abastecimento

humano e animal e viabilizar a irrigação. Todavia, esse esforço ainda é, de forma global, insuficiente para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as regiões continuem com populações vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural (CIRILO, 2008).

É fato que a região Nordeste tem sofrido com problemas relativos ao seu desenvolvimento socioeconômico. De acordo com Oliveira (2011), a seca que atinge a região, periodicamente, é o principal fator que leva a esta situação. Ademais, Castro (2012) aponta que este problema tende a se agravar quando as secas ocorrem em anos do fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação do Sul).

O desenvolvimento econômico dessa região também é marcado pela forma como é desenvolvida a agricultura e a pecuária, visto que consiste na exploração conjunta, aumentando a vulnerabilidade da população. Para Melo (1999), dentre os riscos que a população tem sido submetida, aumentando sua vulnerabilidade, está a pecuária extensiva e a agricultura inadequada no semiárido, além de uma falta de desenvolvimento das forças produtivas na zona semiárida, o que tem levado a população a praticar largamente o desmatamento.

O órgão das Nações Unidas para a redução de riscos de desastres (The United Nations Office for Disaster Risk Reduction) define a vulnerabilidade como a predisposição ou a propensão de um indivíduo ou comunidade a ser afetada ou sofrer efeitos adversos quando uma ameaça se manifestar. É o fator interno do risco. Já a ameaça é um evento físico, natural e/ou antrópico, com potencialmente prejudicial que pode causar a morte e/ou lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica ou degradação ambiental. É o fator externo do risco. Por sua vez, o risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e as suas consequências negativas (UNISDR, 2009; FILGUEIRA, 2013).

Sabe-se que a incidência de secas tem sido importante causa da dificuldade da promoção do desenvolvimento e de melhorias de qualidade de vida, principalmente por afetar diretamente a principal atividade das populações de menor escolaridade: o setor primário da economia, mais especificamente a agricultura e a pecuária.

Além das vulnerabilidades do semiárido, parte da área encontra-se em processo de desertificação. Segundo o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba – PAE-PB (2011) 93,7 % do território do Estado da Paraíba encontra-se em processo de desertificação, sendo, desse total, 56,48% classificados como alto nível de desertificação.

Nesse cenário de degradação das áreas do Nordeste brasileiro, tem-se verificado que os recursos hídricos tendem para a insuficiência, devido ao aumento populacional ou apresentam níveis elevados de poluição em áreas urbanas. A flora e a fauna vêm sofrendo a ação predatória por conta do avanço das atividades humanas, com destaque para agricultura e pecuária. Pereira (2000) destaca que as atividades agropecuárias e a exploração de produtos florestais, notadamente lenha para fins energéticos, são ameaças crescentes à biodiversidade da caatinga.

Os ecossistemas não estão sendo protegidos como deveriam e, conseqüentemente, há ameaças de sobrevivência de muitas espécies vegetais e animais. As conseqüências do modelo predatório de extração dos recursos naturais são sentidas, tendo em vista que já se observam perdas na diversidade da flora e fauna em função principalmente de alterações dos habitats (ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000; NUNES et al., 2009).

Outro fator influente na vulnerabilidade é a necessidade da construção e assimilação coletiva dos sentidos da convivência com o semiárido. Silva (2006, p. 226-264) define e apresenta cinco imperativos fundantes que configuram o “sentido da convivência”. Esse autor delinea a convivência nos seguintes sentidos: i) convivência com o meio ambiente, mediante o manejo e uso sustentáveis dos recursos naturais; ii) economia da convivência, relativa a combinação de princípios e valores para a viabilização das atividades econômicas necessárias ao desenvolvimento sustentável; iii) convivência com qualidade de vida, expressa na possibilidade de se viver bem com os outros seres em um lugar; iv) respeito à dimensão da cultura da convivência, o qual requer a valorização e a reconstrução dos saberes da população local sobre o meio em que vive, suas especificidades, fragilidades e potencialidades; v) convivência relativa à dimensão política, onde destaca-se que ela emerge e se configura como uma proposta política de mobilização da sociedade e do Estado brasileiro para a implementação de políticas públicas apropriadas ao desenvolvimento sustentável na região semiárida.

Entretanto, Silva (2007) constatou a frustração das políticas de convivência com a seca. Além disso, estudiosos da área ressaltaram de forma crítica que, na grande maioria, esses planos e projetos só são elaborados em anos de seca e pós-seca, de forma emergencial e assistencialista, e assim, as situações de emergência e calamidade continuam a se repetir no semiárido brasileiro que concentra elevados percentuais de pobreza e miséria.

As políticas públicas de convivência com as secas somente se iniciaram após o governo reconhecê-las como problema nacional e agir no sentido de implementá-las. Isso aconteceu

com a trágica Grande Seca de 1877 a 1879, que teve repercussão mundial e quando morreram centenas de milhares de pessoas (CAMPOS, 2014).

A partir dessa época, o Estado brasileiro tem atuado no sentido de implementar formas de convivência com a seca. Na primeira década do século XX surgiu então propostas de políticas no sentido de ofertar água, por meio da implantação de estruturas hidráulicas capazes de combater os efeitos das secas. Na época foram criadas as Comissões de Açudes e Irrigação, de Estudos e Obras Contra os Efeitos da Secas, de Perfuração de Poços. Em 1909 foi criada a Inspetoria de Obras Contras as Secas-IFOCS, sendo, em 1919, denominada de Inspetoria Federal. Em 1945 o IFOCS assumiu a denominação de Departamento Nacional de Obras Contra a Seca-DNOCS (VIEIRA et al., 2000).

O Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba – PAE-PB (2011), no tocante à convivência com o semiárido, destaca relevantes programas criados, tais como: Programa de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada (PDAI), Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido (CONVIVER), Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro (PROÁGUA), Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), dentre outros.

Para Medeiros et al. (2011), conviver com o semiárido é adaptar a sociedade a uma forma específica da ocorrência do clima na região. Nesse sentido, os autores apontam que a construção de infraestrutura hídrica, o gerenciamento dos recursos hídricos e do risco climático são caminhos necessários para a definição de uma estratégia reforçada para adaptação das sociedades do semiárido à natureza.

De acordo com Rosendo (2014), a ausência de prevenção e preparação por parte dos envolvidos, desde os órgãos governamentais até os produtores agrícolas, é outro agravante das consequências inerentes à seca, tendo em vista a inconstância e a forma gradual que ela se apresenta, e sem previsão fidedigna de sua severidade, duração e período de retorno.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos no sentido de se entender quantitativamente e qualitativamente o fenômeno das secas, centrados nos aspectos físicos (ROSENDO et al., 2015). No entanto, são raras as abordagens onde as questões socioambientais ligadas às secas tem consideração como fatos relevantes e merecedores de tentativas de entendimento, tais quais os tradicionalmente analisados.

A introdução da análise multitemática, por meio de indicadores, possibilitou a consideração de fenômenos como a seca de maneira que não apenas os aspectos físicos

fossem abordados como relevantes. Aspectos relativos à produção predominante no semiárido como a agricultura e a pecuária, bem como os sociais e econômicos passaram a ser vistos em um conjunto temático possível de avaliação da vulnerabilidade às secas, de forma integrada.

Nesse contexto, no trabalho foram utilizados dados socioambientais para analisar, de forma mais abrangente, a vulnerabilidade às secas que afetam os municípios do semiárido paraibano, e dessa forma, propor a aplicação de um conjunto de indicadores de vulnerabilidade às secas. Assim, foi constituído um instrumento metodológico multiparâmetro para apoio aos tomadores de decisões, visando o melhor conhecimento das condições e peculiaridades intrínsecas às áreas enfocadas. Buscou-se, enfim, encontrar caminhos orientadores das melhores estratégias para a atenuação da problemática das secas.

1.1 CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS

Este trabalho tem como contribuição científica a adaptação e aplicação de indicadores no estudo da vulnerabilidade socioambiental de quatro municípios da zona semiárida paraibana. A aplicação desses indicadores permitiu investigar qual dos quatro municípios investigados encontram-se mais vulneráveis em relação aos temas Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa, e, conseqüentemente oferecer subsídios para a gestão eficaz do risco a desastres relacionados com as secas.

Além do mais, o trabalho contribuiu para a compreensão da problemática das secas, em uma abordagem multiparamétrica para que, em fase posterior, possa subsidiar a elaboração de projetos e/ou programas de gestão e manejo, compatíveis com as especificidades locais e com a cultura de cada população.

Em outras palavras, buscou-se oferecer instrumentos metodológicos úteis para a promoção de melhores condições de convivência com a seca e seus efeitos.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a vulnerabilidade socioambiental às secas de municípios do semiárido, por meio de indicadores multitemáticos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aplicar indicadores multitemáticos, desenvolvido por Bhattacharya e Dass (2007) e adaptados do trabalho de Rosendo (2014), com modificações propostas neste trabalho, em municípios paraibanos da região semiárida;
- Realizar um estudo comparativo com base na aplicação dos indicadores de vulnerabilidade à seca entre os municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel;
- Contribuir para a compreensão da vulnerabilidade à seca como um problema transversal e interdisciplinar;
- Fornecer subsídios para a elaboração de planos de convivência com o semiárido, por meio de uma abordagem multitemática.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA



Fonte: Internet

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Conforme a definição proposta por Thornthwaite (1941); conforme detalhado por Francisco (2015), o grau de aridez de uma região depende da quantidade de água advinda da chuva e também da evapotranspiração potencial, fatores estes que caracterizam também o clima de uma região. A fórmula de Thornthwaite que permite conhecer o Índice de Aridez foi posteriormente ajustada por Penman (1953) que se utilizou da razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial para elaboração de mapas de aridez, na determinação da classificação correspondente. Assim, segundo a escala de aridez, o semiárido se insere entre os Índices de Aridez de 0,21 e 0,50.

No Brasil, o semiárido já recebeu diversas denominações, como Sertão e Nordeste das Secas. A região semiárida brasileira é a maior do mundo, abrange uma área de 982.563,3 Km², que corresponde a 11,5% do território nacional e 56,5% da região Nordeste. Nela estão inseridos 1.135 municípios, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Bahia, Alagoas, Sergipe e Minas Gerais, com população superior a 22 milhões de habitantes, tendo a maior concentração de população rural do Brasil (IBGE, 2010), conforme Tabela 1.

Tabela 1- Unidades da federação, número de municípios e população do semiárido brasileiro

Unidades da federação	Número de municípios	População (hab.)
Alagoas	38	900.549
Bahia	266	6.740.697
Ceará	150	4.724.705
Paraíba	170	2.092.400
Pernambuco	122	3.655.822
Piauí	128	1.045.547
Rio Grande do Norte	147	1.764.735
Sergipe	29	441.474
Minas Gerais	85	1.232.389
TOTAL	1.135	22.598.318

Fonte: IBGE, 2010.

A expressão “semiárido” indica que se trata de uma região com características que se aproximam da aridez. As razões para isso não são poucas; além das naturais, ligadas

principalmente ao clima e às características físicas do solo (raso e de baixa permeabilidade), os modos humanos de exploração da terra normalmente não são compatíveis com as características do semiárido. Ademais, verifica-se ao longo do ano um período curto de 3 a 4 meses com precipitações pluviométricas e um período longo, geralmente chamado de estiagem, sem ocorrência de precipitação. As taxas evaporimétricas são elevadas nessa região durante todo o ano, o que é característica do clima semiárido (SOUZA et al., 2011). Essas condições regionais impõem a necessidade de um adequado manejo do solo que possibilite a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, considerando a manutenção da sua cobertura vegetal com o intuito de evitar a erosão.

Melo et al. (2008, p.166), 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.

Para a delimitação do semiárido brasileiro, segundo o Ministério da Integração Nacional, os critérios utilizados (Nova delimitação do semiárido, Portaria nº 1, de 09 de março de 2005), foram a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros, o índice de aridez, de 0,21 até 0,50, calculado no período entre 1961 e 1990, e o risco de seca maior que 60%, tomando por base o período entre 1970 e 1990 (BRASIL, 2005).

O clima predominante na região semiárida brasileira é do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais (INSA, 2007).

Adicionalmente, o semiárido também se caracteriza pelas elevadas médias anuais de temperatura (27 °C) e evaporação (2.000 mm/ano), com precipitações pluviométricas concentradas e irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. Além disso, a região é marcada por um balanço hídrico negativo em grande parte do ano, presença de rios e riachos intermitentes e ocorrência de secas periódicas e avassaladoras (BRASIL, 2011).

Em relação aos solos, são predominantemente rasos, com afloramentos de rocha e chão pedregoso. Cerca de 50% dos terrenos do semiárido são de origem cristalina (embasamento cristalino), que não favorecem a acumulação de água, os outros 50% são

representados por terrenos sedimentares, com boa capacidade de armazenamento de águas subterrâneas (BRASIL, 2011).

De acordo com Campos (1997), no semiárido a maioria dos rios apresenta regime intermitente devido à irregularidade do regime pluvial e às condições fisiográficas, com destaque para os rios Parnaíba e São Francisco que apresentam um significativo volume perenizado sem reservatórios.

A natureza no semiárido brasileiro é rica e diversa, no que diz respeito à vegetação. É predominantemente ocupada pela caatinga diversificada, tanto na sua fitofisionomia, como na composição florística, em função da diversidade de ambientes que compõem o semiárido brasileiro (CAVALCANTI et al., 2007).

A caatinga, que ocupa a maior parte do semiárido, é o único bioma exclusivamente brasileiro e apresenta enorme variedade de paisagens, com riqueza biológica e endemismo, entretanto vem há anos sofrendo com a sua contínua e intensa degradação.

Segundo Brasileiro:

O avanço do processo de degradação ambiental na região deve-se a vários fatores, entre os quais, destacam-se: as práticas agrícolas inadequadas, o desmatamento, a infertilidade e a compactação do solo, os processos erosivos, e a salinização de algumas áreas (BRASILEIRO, 2009, p. 04).

Com relação aos fatores econômicos, predomina no semiárido a economia de subsistência, com plantações isoladas ou consorciadas. Além disso, a economia do semiárido não está só na agricultura. A prática da pecuária extensiva também é bastante difundida, sendo que esta atividade é a prioridade dada pelos criadores como subsistência em períodos de seca.

Segundo Coutinho (2013), os animais criados possuem outras utilidades para o dia-a-dia das famílias, seja como complemento alimentar proveniente da produção de seus derivados ou do abate para consumo e/ou venda, seja como meio de transporte de pessoas ou de carga.

Melo et al. (2008); Rosendo (2014, p.49) 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.

A maioria dos danos ocasionados pela seca é decorrente de opções políticas de quem dirige os destinos do semiárido, ou seja, a grande maioria das políticas públicas não têm enfrentado adequadamente os problemas da concentração da terra, da água, do saber, de oportunidades e da renda nas mãos de poucos.

Em muitos casos, ainda hoje, as únicas políticas públicas oficiais destinadas à região são aquelas denominadas de “combate à seca”, voltadas às grandes obras, normalmente destinadas aos grandes proprietários e vinculadas ao assistencialismo aos mais pobres, como doações, distribuição de alimentos e água, por meio de carros-pipa. Há, ainda, outras ações que dificultam a resolução dos problemas do semiárido, como a educação escolar proporcionada aos filhos e filhas dos agricultores/as que, quase sempre, é descontextualizada, que estimula nas crianças a mentalidade de que na roça e no semiárido não há possibilidade de vida e que a cidade é a alternativa.

Lima (2004) destaca que o semiárido tem uma economia pobre, entretanto, nos últimos anos vêm ganhado investimentos significativos que estão abrindo novas perspectivas de expansão de sistemas produtivos tradicionais, incluindo a agropecuária. Ainda se deve notar que o semiárido brasileiro não é um espaço econômico vazio e muito menos estagnado, tendo em vista os polos de dinamismo que se consolidaram na região, entre os quais se pode mencionar, na agropecuária, a fruticultura irrigada, a cadeia do mel, as bacias leiteiras dos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, atividades de policultura alimentar vinculadas a áreas de assentamento de reforma agrária, entre outros.

Deve ser registrado, a despeito das observações de Lima (2004), que o crescimento da agricultura, baseado principalmente nos grãos, na região Nordeste denominada Matopiba, nos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, não tem sido pequeno. Essa região é caracterizada como a nova área de expansão de fronteira agrícola do Brasil, baseada em tecnologias de alta produtividade nas novas ocupações dos biomas caatinga e cerrado (Xavier Filho, et al., 2015). No período entre 2011 e 2013, o cultivo da soja cresceu 15,6%, alcançando uma área de 2,7 milhões de hectares (MELO et al., 2015; IEA, 2013).

2.2 SECA

Conceituar seca não é algo tão simples. Não se encontra na literatura uma definição universal. Elas variam segundo o ponto de vista do observador, sendo, portanto, a primeira dificuldade acerca de quem escreve sobre o tema.

Para Yevjevich (1967), partindo do ponto de vista da engenharia, seca é um conjunto de variáveis afetando precipitação, escoamento superficial e armazenamento de água; para o economista, ela está diretamente ligada às atividades humanas afetadas, ou seja, à seca quando atinge a agricultura, o abastecimento de água, dentre outras; o agrônomo tem outro ponto de vista fortemente relacionado com as necessidades de água em vários cultivos, uma vez que ele entende que uma seca para tomate, por exemplo, pode não ser seca para uma cultura de crescimento rápido.

Os nordestinos adotam uma conotação bem particular para a palavra seca, tendo em vista que associam a mesma à penúria, à fome, aos carros pipas e às frentes de serviço; para eles seca e catástrofe social são sinônimos (CAMPOS E STUART, 2001).

Kobiyama et al. (2004), considera a seca um período prolongado de baixa ou ausência de pluviosidade, quando a perda da umidade do solo é superior à sua reposição.

Segundo o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba – PAE-PB (2011), as baixas ocorrências e o atraso nas precipitações que comprometem a sobrevivência da vegetação são o que caracteriza a seca. Nesse documento, 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 ocorrer, na maioria das vezes, por uma extensa área.

Silva et al. (2013), definiram a seca como a forma crônica do fenômeno estiagem, sendo, portanto, na atualidade, analisada como um dos desastres naturais de maior ocorrência e impacto no mundo, fato que pode ser explicado, principalmente, porque ela ocorre durante longos períodos de tempo, afetando grandes extensões territoriais.

Ainda sobre o fenômeno seca, Travassos et al. (2013) apontam que as mesmas podem acontecer sob a forma de uma acentuada diminuição, concentração espacial e/ou temporal da precipitação pluviométrica anual. Assim, quando ocorre uma seca, a produção agrícola fica comprometida, a pecuária é enfraquecida, chegando por vezes a ser dizimada, e as reservas de água da superfície se exaurem, levando as camadas mais pobres da população a ficarem inteiramente vulneráveis aos seus efeitos.

De acordo com Ramalho (2013), as situações extremas de secas tornam a agricultura de subsistência impraticável na proporção da diminuição da água disponível, uma vez que os açudes secam, morrem as culturas e os peixes, além disso, a contaminação da água ainda causa vítimas de doenças infectocontagiosas e gastrointestinais, como efeitos colaterais de maiores desconfortos ao organismo humano, sobretudo de idosos e crianças.

Nas últimas décadas, em decorrência do aumento populacional e do uso do solo, tem havido uma crescente preocupação com os impactos ocasionados pelos desastres naturais como as inundações, secas, deslizamentos de terra entre outros. No entanto, no Brasil, a seca destaca-se, 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 o interior do Nordeste e partes dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais, onde reside um contingente de mais de 31 milhões de pessoas (PAE-PB, 2011).

Sendo assim, é pertinente destacar que este fenômeno tem sido uma das principais causas da dificuldade da promoção do desenvolvimento e de melhorias de qualidade de vida da população do semiárido, principalmente, por afetar diretamente as atividades que predominam na região praticadas pelas pessoas mais vulneráveis: a agricultura e a pecuária, componentes do setor primário da economia.

2.3 VULNERABILIDADE

O termo vulnerável é o designativo do lado fraco de um assunto, questão ou sistema ou ainda do ponto onde uma pessoa ou sistema podem ser atacados e feridos ou danificados (CAMPOS, 1994).

Wilches-Chaux (1993) define vulnerabilidade como sendo a incapacidade de uma comunidade “absorver”, mediante autoajuste, os efeitos de uma determinada mudança em seu meio, ou seja, a incapacidade de adaptar-se às mudanças, o que constitui para essa comunidade, pelas razões expostas, um risco.

Segundo Lavell (1994) a vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos.

Acosta (1996), mesmo fazendo uso de outros termos, afirma que a vulnerabilidade é o resultado do incremento das desigualdades sociais e econômicas, produto de um determinado desenvolvimento ao longo do tempo e do espaço.

Confalonieri (2001) destaca que a vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida), resultantes de mudanças sociais e ambientais.

Assim, aqueles que menos possuem recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois sua capacidade de adaptação é

dada pela riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão (IPCC, 2001).

Para Acsehrad (2006) a vulnerabilidade está normalmente associada à exposição aos riscos e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas sofrerem algum tipo particular de agravo.

Marengo (2008) aponta que o termo vulnerabilidade denota um limite onde uma pessoa ou sistema pode ser afetado. Sobre este assunto, Cardona (1991) explica que a vulnerabilidade pode ser compreendida como 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.

A vulnerabilidade é algo inerente a uma população determinada e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas (SOUSA et al., 2008).

Na perspectiva de desastre e risco o termo vulnerabilidade é entendido como sendo a interação entre o risco existente em um determinado lugar e as características e o grau de exposição da população lá residente (CUTTER, 1996; ALVES & TORRES, 2006).

De acordo com Adger (2006), as definições de vulnerabilidade usualmente atrelam esse conceito a um ou mais dos seguintes fatores: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa ou de resposta do sistema. O estudo desses fatores permite a avaliação da maior ou menor vulnerabilidade de um sistema a determinadas questões ambientais.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC (MCCARTHY et al., 2001; BHATTACHARYA & DASS, 2007) define que 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.

Gallopín (2006) avalia que as definições de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa assumem diferentes significados, devendo-se esclarecer o que se entende por esses termos em avaliações de vulnerabilidade. Nesse contexto, um sistema será mais vulnerável quanto maior for sua exposição, maior for a sua sensibilidade e menor for sua capacidade adaptativa.

2.4 GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

A literatura de risco e desastre é ampla e extensa, o que por vezes provoca confusões sobre a temática. Em algumas situações o termo risco é substituído ou associado a susceptibilidade, vulnerabilidade, sensibilidade ou danos potenciais, sendo, portanto, um conceito utilizado em diversas ciências e ramos do conhecimento e adaptado segundo os casos em questão.

Os riscos diferem quanto as suas origens, podendo ser naturais (ex.: inundações, erupções vulcânicas, furações, secas), associados à saúde (ex.: epidemias, ferimentos, doenças) e ao ambiente (ex.: poluições, desmatamentos, áreas degradadas), entre outros (HOOGEVEEN et. al., 2005; FAVERO, 2006).

O Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD, 2009, na sigla em inglês) define risco como a probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas, tais como: mortes, lesões, propriedades, meios de subsistência, interrupção de atividade econômica, ameaças naturais ou antropogênicas e condições de vulnerabilidade, sendo o risco convencionalmente representado pela seguinte expressão:

$$RISCO = Ameaças \times Vulnerabilidade$$

Ainda sobre risco, o Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres de Florianópolis (2012) aponta como sendo resultado de processos de desenvolvimento inadequados que geram insegurança para a população ou para a infraestrutura edificada, sendo, portanto, uma construção social.

Rosendo (2014) afirma que o risco pode ser entendido como a representação de uma ameaça que afeta os alvos e que constitui indicador de vulnerabilidade, ou seja, ao se escolher áreas semiáridas como foco de estudos de gestão de riscos se observa que a seca caracteriza-se por ser uma ameaça esporádica e recorrente, e comumente há entre elas alguns anos e até mesmo décadas de precipitação consideravelmente normais ou acima do normal.

Por sua vez, o desastre pode ser definido como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo ser humano sobre um ecossistema que, em geral, apresenta-se vulnerável, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (CASTRO, 2003).

De acordo com Cardona (1993) e Moura (2014, p. 2), desastre pode ser definido como:

Um evento ou incidente que ocorre, na maioria dos casos, repentina e inesperadamente, causando alterações intensas sobre os elementos, representadas por perdas de vida humana, na saúde da população, destruição ou perdas de bens de uma comunidade e ainda danos graves ao meio ambiente. Ainda para o autor, um quadro que se configura como de risco pode ser avaliado a partir da relação entre a probabilidade de ocorrência de um determinado fenômeno de uma intensidade específica, com a vulnerabilidade dos elementos expostos.

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.

Desse modo, e partindo dos conceitos acima apresentados, verifica-se que sociedade e natureza estão inteiramente ligadas e quando os desastres ocorrem, ambas sofrem os danos. Assim, é pertinente destacar a importância de uma gestão de riscos e desastres eficaz e eficiente para que eventos ou incidentes possam ser mitigados ou até mesmo evitados.

Dessa forma, um desastre é o resultado da confluência entre um fenômeno natural e uma sociedade em um contexto vulnerável, cujos efeitos são reveladores de situações críticas preexistentes em termos sociais, econômicos e políticos.

2.5 INDICADORES COMO FERRAMENTA DE GESTÃO

Os indicadores são instrumentos de grande utilidade, pois são capazes de fornecer informações localizadas no tempo e no espaço, permitindo o acompanhamento com uma interação dinâmica da realidade.

Segundo o documento do Australian Department of Primary Industries and Energy (1995), indicadores são medidas da condição, dos processos, da reação ou do comportamento dos sistemas complexos que podem fornecer uma confiável síntese. As relações entre os indicadores (conjunto de indicadores) e o padrão de respostas dos sistemas pode permitir a previsão de futuras condições. As medidas devem evidenciar modificações que ocorrem em uma dada realidade, principalmente as mudanças provocadas pela ação antrópica (MARZALL e ALMEIDA, 2000).

Marzall (1999) considera que um indicador em si é apenas uma medida, não um instrumento de previsão, ou uma medida estatística definitiva, tampouco uma evidência de causalidade; eles apenas constataam uma dada situação. As possíveis causas, consequências ou previsões que podem ser feitas são um exercício de abstração do observador, de acordo com sua bagagem de conhecimento e sua visão de mundo.

Além disso, é importante compreender os indicadores como informações quantitativas que permitem que um componente ou ação de um sistema seja descrito nos limites do conhecimento atual (JUNIOR, 2010).

Desta maneira, a elaboração de indicadores que traduzam aspectos, de forma a promover o diálogo entre os diversos interesses envolvidos, é considerada uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisões. Para isso, é importante que tais ferramentas tenham um grau de abrangência, aceitabilidade e resumo do fenômeno a ser controlado (JUNIOR, 2007; BRAGA & FERREIRA, 2011).

Os indicadores devem atender os seguintes requisitos: serem válidos, ou seja, devem medir realmente o que se supõe medir; serem objetivos, isto é, dar o mesmo resultado quando a medição é feita por pessoas distintas em circunstâncias equivalentes; serem sensíveis, ou seja, ter a capacidade de captar as mudanças ocorridas na situação; e serem específicos, isto é, refletirem só as mudanças ocorridas na situação de que se trata (AISSE et. al., 2003).

Sobre o uso de indicadores de vulnerabilidade a secas, a literatura apresenta alguns exemplos de trabalhos, além do estudo realizado por Bhattacharya e Dass (2007) na Índia.

Salvati et al. (2009) levaram em conta informações como mudanças climáticas, uso da terra, cobertura vegetal, características do solo e da população e desenvolveram um índice sintético de vulnerabilidade à seca e à desertificação para parte da Itália. Dessa forma, por meio desse índice os autores conseguiram diagnosticar um aumento na vulnerabilidade nas regiões mais secas localizadas ao sul do território italiano no período de estudo. Ademais, conseguiram diagnosticar que a região apresentava uma agricultura intensa, degradação ambiental e grandes pressões antrópicas no ambiente.

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

Em um estudo comparativo sobre a vulnerabilidade da produção agrícola à seca entre dez regiões de Gana, na África sub-saariana, Antwi-Agyei et al. (2012) utilizaram modelos multiescala e indicadores multimétodos. 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 et al. (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.

Outro exemplo de estudo foi realizado Safi et al. (2012), que investigaram a 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.

Mais recentemente Rosendo (2014) aplicou uma versão adaptada do conjunto de indicadores definidos por Bhattacharya e Dass (2007) em três municípios do semiárido paraibano.

CAPÍTULO III

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

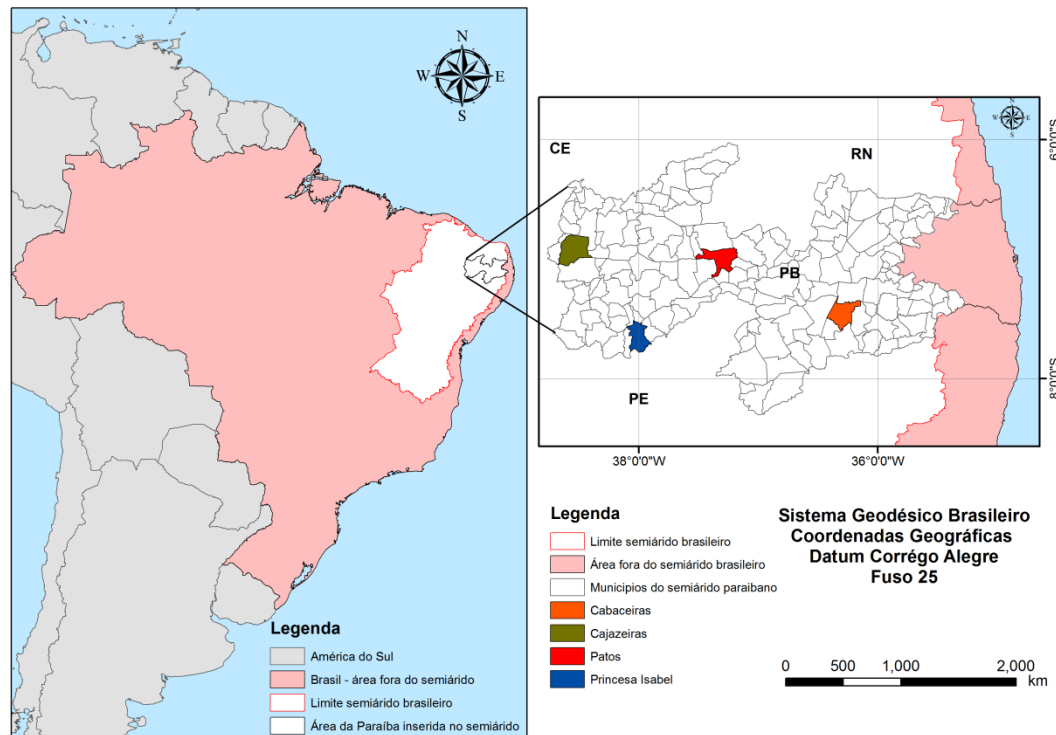


Fonte: Internet

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é composta por quatro municípios da região Semiárida paraibana, sendo o de Cabaceiras-PB localizado na mesorregião da Borborema, e, os de Cajazeiras-PB, Patos-PB e Princesa Isabel-PB, localizados na Mesorregião do Sertão Paraibano (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



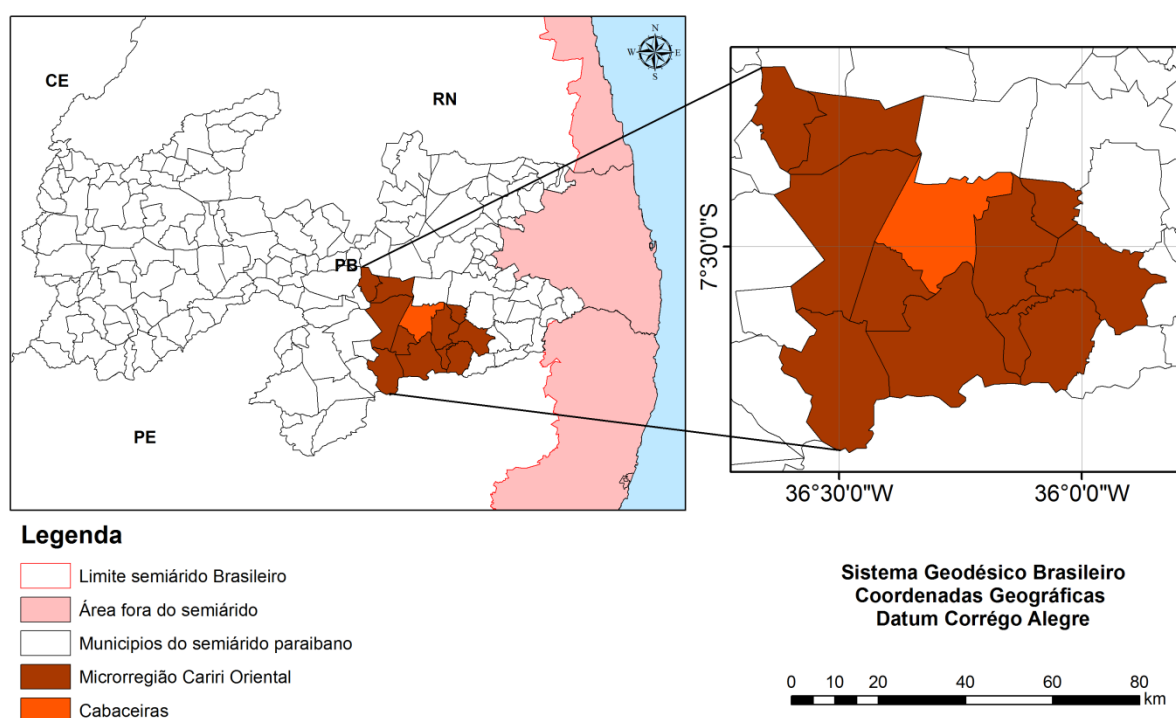
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

A escolha das áreas se deu em virtude de se tratarem de municípios que polarizam outros no seu entorno, principalmente em relação à influência econômica ou algumas características particulares, como Cabaceiras que tem o índice pluviométrico caracterizado como o menor do Brasil. Estão distribuídos espacialmente de forma que abrangem a porção do semiárido paraibano que mais sofre com os efeitos das secas. Além disso, apresentam características distintas que permitiram uma visão holística da vulnerabilidade à seca da região.

3.1 MUNICÍPIO DE CABACEIRAS – PB

O município de Cabaceiras foi criado em 1834. Tem área de 452 km² e de acordo com o último censo demográfico apresenta uma população de 5.035 habitantes, com densidade demográfica de 11,12 hab./km² (IBGE, 2010). Está localizado na mesorregião da Borborema, microrregião do Cariri Oriental (Figura 2), conhecida como região dos "Cariris Velhos", limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. A sede do município tem uma altitude aproximada de 388 metros, distando 163 km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230 e PB 148 (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2005; SOUSA et al., 2007).

Figura 2 - Localização do município de Cabaceiras na microrregião do Cariri Oriental, estado da Paraíba



Fonte: elaboração da autora, 2016.

Por estar localizado na região Semiárida brasileira, de acordo com a classificação de Köppen, que se fundamenta nos regimes térmicos e pluviométricos e na distribuição das associações vegetais, o clima de Cabaceiras é considerado do tipo BSh (semiárido quente). Segundo Thornthwaite o clima é do tipo C₁S₂A'a', seco e subúmido com deficiência relativa ao Índice de Aridez e grande excesso hídrico no inverno relativo ao Índice de Umidade, Megatérmico, Índice de Concentração da Eficiência Térmica no Verão menor que 48%

(FRANCISCO et al., 2015). Essas características fazem o município ser considerado “o pólo seco do Brasil” (SILVA & SILVA, 2009).

Segundo Sousa et al. (2007), o clima é quente e seco com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos e estação seca prolongada, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5 ° C e uma média pluviométrica em torno de 400 mm/ano.

Com relação aos recursos hídricos, o município de Cabaceiras encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos de água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinhos, da Varjota, do Tanque, Fundos, Algoduais, do Junco e Macambira, como destaque para o rio Taperoá que converge suas águas para o açude Eptácio Pessoa, conhecido popularmente por Açude de Boqueirão. A maior parte deste açude situa-se no município de Boqueirão-PB. Todos os cursos de água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dentrítico (CPRM, 2005; ROSENDO, 2015).

Quanto à vegetação o município apresenta-se com predominância de caatinga arbustiva, típica das regiões mais áridas do Nordeste, com cactos e arbustos típicos, como xiquexique, coroa-de-frade, juazeiro, umbuzeiro e jurema, entre outras (MONTEIRO, 2011).

Quanto aos solos do município, o mais representativo é o Luvisolo Crômico Vértico fase pedregosa, relevo suave ondulado, predominante em grande parte da região; ocorrem ainda o Vertissolo relevo suave ondulado e ondulado que predomina nas partes mais baixas, no entorno do açude de Boqueirão, e o Planossolo Nátrico relevo plano e suave ondulado, ao Norte; nas áreas mais acidentadas ocorre os Neossolo Litólico Eutrófico fase pedregosa substrato gnaisse e granito (PATRÍCIO et al., 2003). É importante destacar que a área apresenta formações de granito (lajedos), onde se formam poças e lagoas que permanecem com água em parte ou em toda a estação seca (AGUIAR, et al., 2003).

Sobre a economia do município, Rosendo et al. (2015) afirmam que, por apresentar baixas precipitações, sua economia torna-se deficitária, predominantemente voltada para a criação de caprinos de leite e corte.

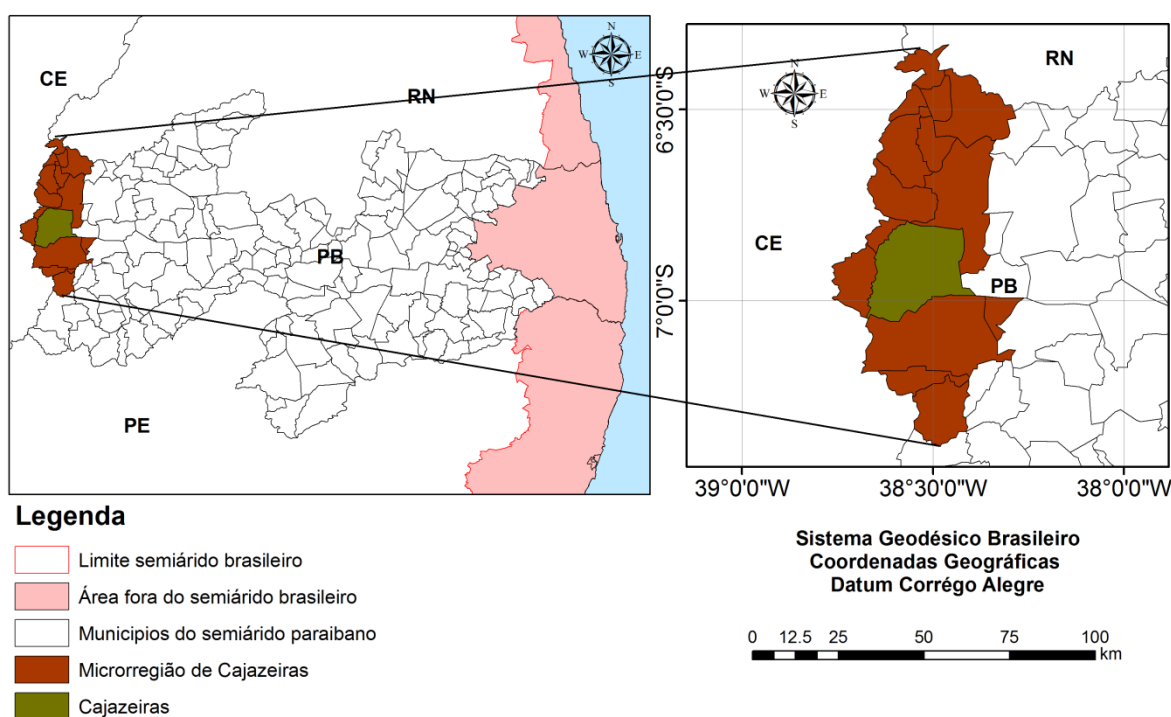
3.2 MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS – PB

A sede municipal de Cajazeiras é a principal da região da bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas e que polariza quinze municípios do extremo oeste da Paraíba. Possui uma área de

565,90 km² e, segundo o último censo demográfico realizado, sua população era de 58.446 habitantes, com densidade demográfica de 103,28 hab./km², o que o classifica como o oitavo maior município em população da Paraíba e o maior em sua microrregião, denominada Cajazeiras (IBGE, 2010).

Localizado na região oeste do estado da Paraíba, na microrregião de Cajazeiras, o município de Cajazeiras (Figura 3) limita-se com os municípios de São João do Rio do Peixe, Nazarezinho, São José de Piranhas, Cachoeira dos Índios, Bom Jesus e Santa Helena. A sede municipal apresenta uma altitude de 296m e o acesso a cidade de João Pessoa é feito pela rodovia BR-230, estando a cerca de 460 km da capital (CPRM, 2005).

Figura 3 - Localização do município de Cajazeiras na microrregião de Cajazeiras, estado da Paraíba



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

O município de Cajazeiras, segundo a classificação de Koppen, está inserido no clima do tipo As (quente e seco), enquanto que segundo Thornthwaite no tipo C₁S₂A'a', seco e subúmido com grande deficiência relativa ao Índice de Aridez e grande excesso hídrico no inverno relativo ao Índice de Umidade, Megatérmico, Índice de Concentração da Eficiência Térmica no Verão menor que 48% (FRANCISCO et al., 2015).

As temperaturas do município variam entre 23°C e 30°C, com uma amplitude térmica em torno de 5°C, que são elevadas durante o dia, amenas à noite, com ocasionais picos, principalmente durante a estação seca. Apresenta regime pluviométrico irregular com médias

anuais de 880,6 mm/ano. De forma geral, se caracteriza pela presença de apenas duas estações: a seca que constitui o verão, entre os meses de setembro e dezembro e a chuvosa denominada pelo sertanejo de inverno, restrita a um período de 3 a 4 meses por ano (CPRM, 2005).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – SOLOS (2009) o município de Cajazeiras apresenta três tipos de solos, Luvisolo, Neossolo e Vertissolo, sendo o Luvisolo o de maior predominância no município.

A vegetação no município é de caatinga, com destaque para a presença de cactáceas, além de arbustos e árvores de pequeno a médio porte (BARROS et al., 2013)

Quanto aos recursos hídricos o município encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Piranhas, sub-bacia do rio do Peixe. Os principais rios são o Piranhas e o do Peixe, além dos riachos Papa Mel, do Cipó, Terra Molhada, dos Mirandas, do Meio, da Caiçara, do Amaro e das Marimbas. Os principais reservatórios são os açudes Lagoa do Arroz e Engenheiro Ávidos. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (COSTA, 2010). Segundo Reis (2014), o município tem sua população abastecida atualmente pelo açude Engenheiro Ávidos. Existe na cidade de Cajazeiras um antigo reservatório, o açude Senador Eptácio Pessoa, popularmente conhecido como Açude Grande, construído em 1916, sendo o primeiro reservatório que fazia todo o abastecimento de água do município, que tornou-se um dos destinos turísticos mais visitados do município (COSTA, 2010).

Em termos econômicos, segundo dados do IBGE, Cajazeiras se encontra na 11ª posição no ranking dos maiores Produto Interno Bruto - PIB do estado, sendo o maior da microrregião na qual se insere. O PIB de Cajazeiras é composto principalmente pelos setores de comércio e serviços, seguidos pela indústria e pela agropecuária (IBGE, 2013).

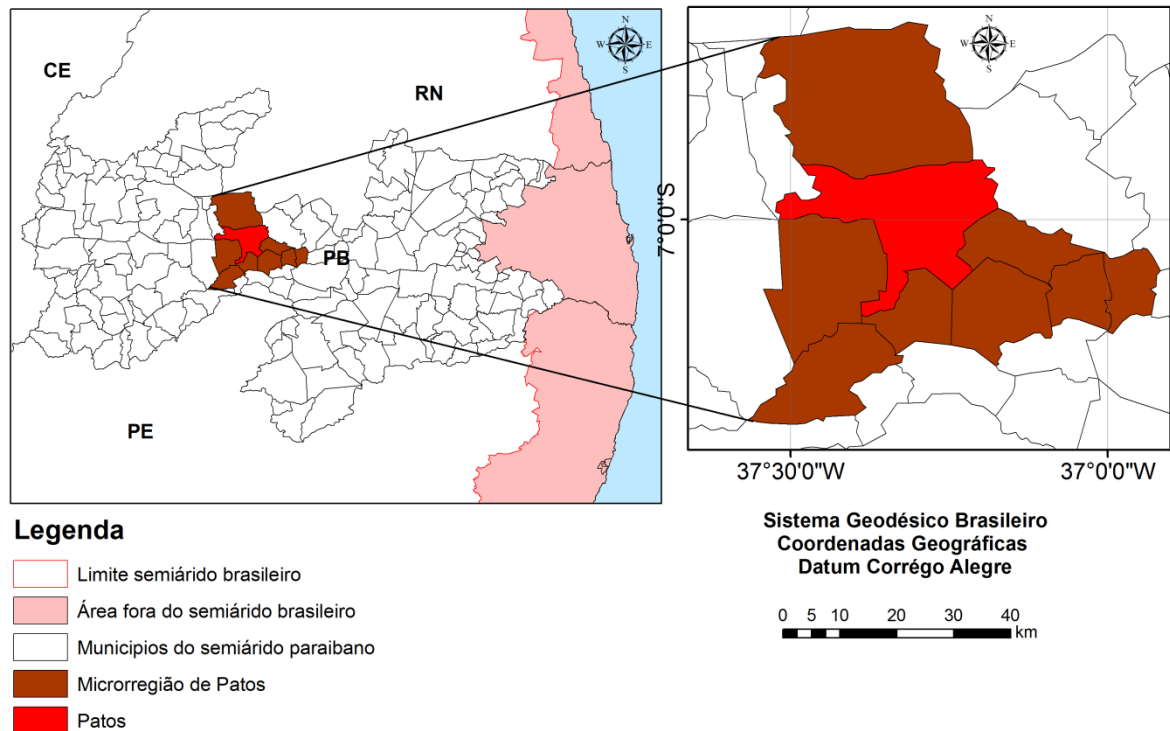
3.3 MUNICÍPIO DE PATOS – PB

O município de Patos está localizado na microrregião de Patos, porção central do semiárido paraibano (Figura 4). Segundo o IBGE (2010), a sede do município fica a 245 m de altitude em relação ao nível do mar, distando cerca de 310 km da capital do Estado.

O município apresenta uma posição geográfica privilegiada que lhe proporciona uma importância singular. Limita-se, ao norte com o município de São José de Espinharas (a 28 km de distância), ao sul com São José do Bonfim (a 16 km de distância), a leste com São

Mamede e a oeste com Santa Terezinha (a 20 km de distância). Possui uma área de aproximadamente 472 km² e segundo o último censo demográfico apresentava uma população de 100.674 habitantes, com densidade demográfica de 212,82 hab./km², o que o classifica como o quarto maior município em população da Paraíba e o maior em sua microrregião (IBGE, 2010).

Figura 4 - Localização do município de Patos na microrregião de Patos, estado da Paraíba



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

O município apresenta solos, na sua maioria, rasos, pedregosos e fortemente condicionados pela rocha-mãe, em função das condições da semiaridez e por apresentar uma cobertura vegetal pouco densa e caducifólia que favorece a ação mecânica do escoamento difuso (CAVALCANTE, 2008).

De acordo com a EMBRAPA – SOLOS (2009) o município de Patos apresenta dois tipos de solos, Luvisolo e Neossolo, sendo os Luvisolo o tipo de maior predominância no município.

O município de Patos apresenta vegetação ou paisagem dominada por plantas de pequeno porte, temperatura média anual superior a 18°C e precipitação pluvial máxima ocorrendo entre o final do verão e o outono (GOMES et. al., 2013)

Segundo a classificação de Koppen o clima é do tipo BSh (semiárido quente), enquanto que segundo Thornthwaite é do tipo $C_1S_2A'a'$, seco e subúmido com grande deficiência relativa ao Índice de Aridez e grande excesso hídrico no inverno relativo ao Índice de Umidade, Megatérmico, Índice de Concentração da Eficiência Térmica no Verão menor que 48% (FRANCISCO et al., 2015).

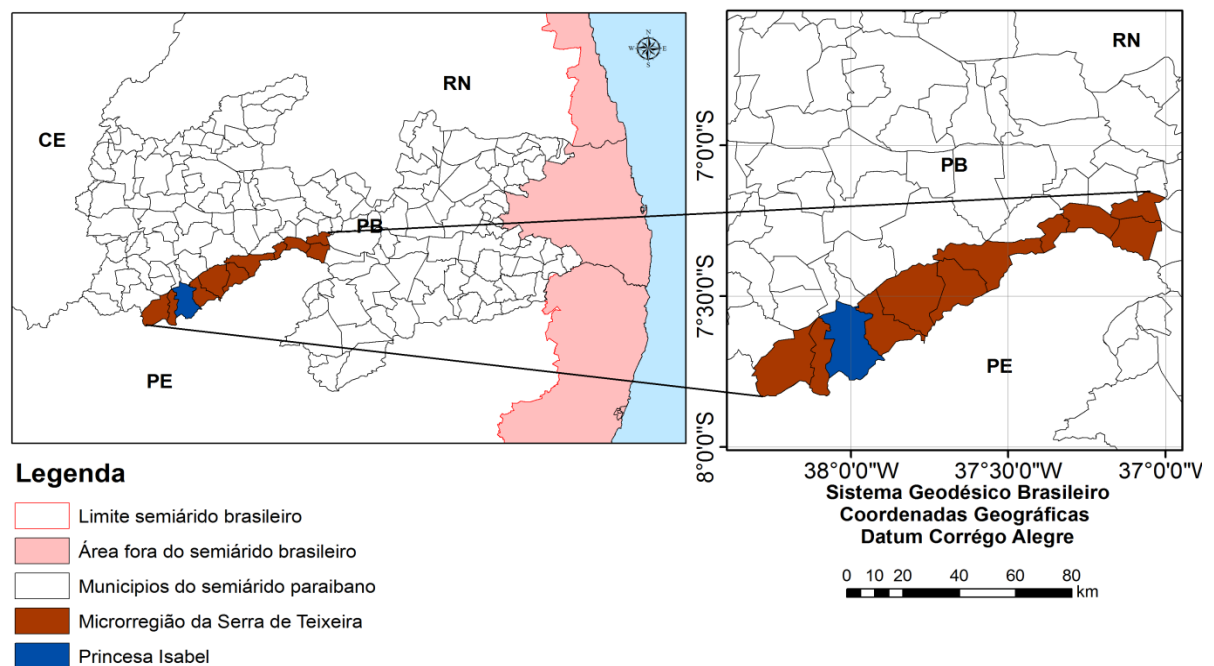
Com relação aos recursos hídricos, o município de Patos está inserido na bacia hidrográfica do Rio Piranhas, na sub-bacia do Rio Espinharas. O município conta com o rio Espinharas, os açudes Jatobá I e da Farinha, e também com o açude da Capoeira na cidade de Santa Terezinha para abastecê-lo, sendo os açudes Farinha e Jatobá I, monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2016).

Patos é o 3º município pólo do estado da Paraíba, considerando sua importância socioeconômica, e tem como principal atividade econômica o comércio. É o centro de comercialização da agricultura regional (MONTEIRO, 2014).

3.4 MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL – PB

O município de Princesa Isabel está localizado na microrregião da Serra do Teixeira, a 680 m acima do nível do mar (Figura 5). O acesso a partir de João Pessoa é feito por meio da rodovia BR-230 até a cidade de Patos, onde toma-se a rodovia PB-110 com destino a Teixeira. Neste ponto, segue-se pela rodovia PB-306 para Juru, onde se toma a rodovia PB-426 percorrendo-se 18 km até a sede municipal, a qual dista 419 km da capital (CPRM, 2005; SOUSA & LLARENA, 2015).

Figura 5 - Localização do município de Princesa Isabel na microrregião da Serra do Teixeira, estado da Paraíba



Fonte: elaboração da autora, 2016.

Princesa Isabel possui uma área de aproximadamente 367 km² e segundo o último censo demográfico apresentava uma população de 21.283 habitantes, com densidade demográfica de 57,84 hab./km² (IBGE, 2010).

A vegetação é de pequeno porte, típica de caatinga xerofítica, onde se destacam a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte (CPRM, 2005). Os solos são resultantes da desagregação e decomposição das rochas cristalinas do embasamento, sendo em sua maioria do tipo Luvisolo e Latossolo (EMBRAPA, 2009).

O município de Princesa Isabel, de acordo com a classificação de Köppen, que se fundamenta nos regimes térmicos e pluviométricos e na distribuição das associações vegetais, tem o tipo climático As (quente e seco), enquanto que segundo Thornthwaite o tipo climático é o C₁S₂A'a' seco e subúmido com grande deficiência relativa ao Índice de Aridez e grande excesso hídrico no inverno relativo ao Índice de Umidade, Megatérmico, Índice de Concentração da Eficiência Térmica no Verão menor que 48% (FRANCISCO et al., 2015).

Com relação aos recursos hídricos, o município de Princesa Isabel encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas, sub-bacia do rio Piancó. Seus principais riachos são do Bálsamo, Arara, Bruscas, Gravatá, do Vinho, do Caldeirão e Tapuio. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é

o dendrítico. No município existem alguns açudes, entre eles destacam-se: o Maia, o Padre Ibiapina, o Macapá e o Jatobá II, sendo o último responsável pelo abastecimento da população e monitorado pela AESA (CPRM, 2005; SILVA, et al., 2015).

CAPÍTULO IV

MATERIAIS E MÉTODOS

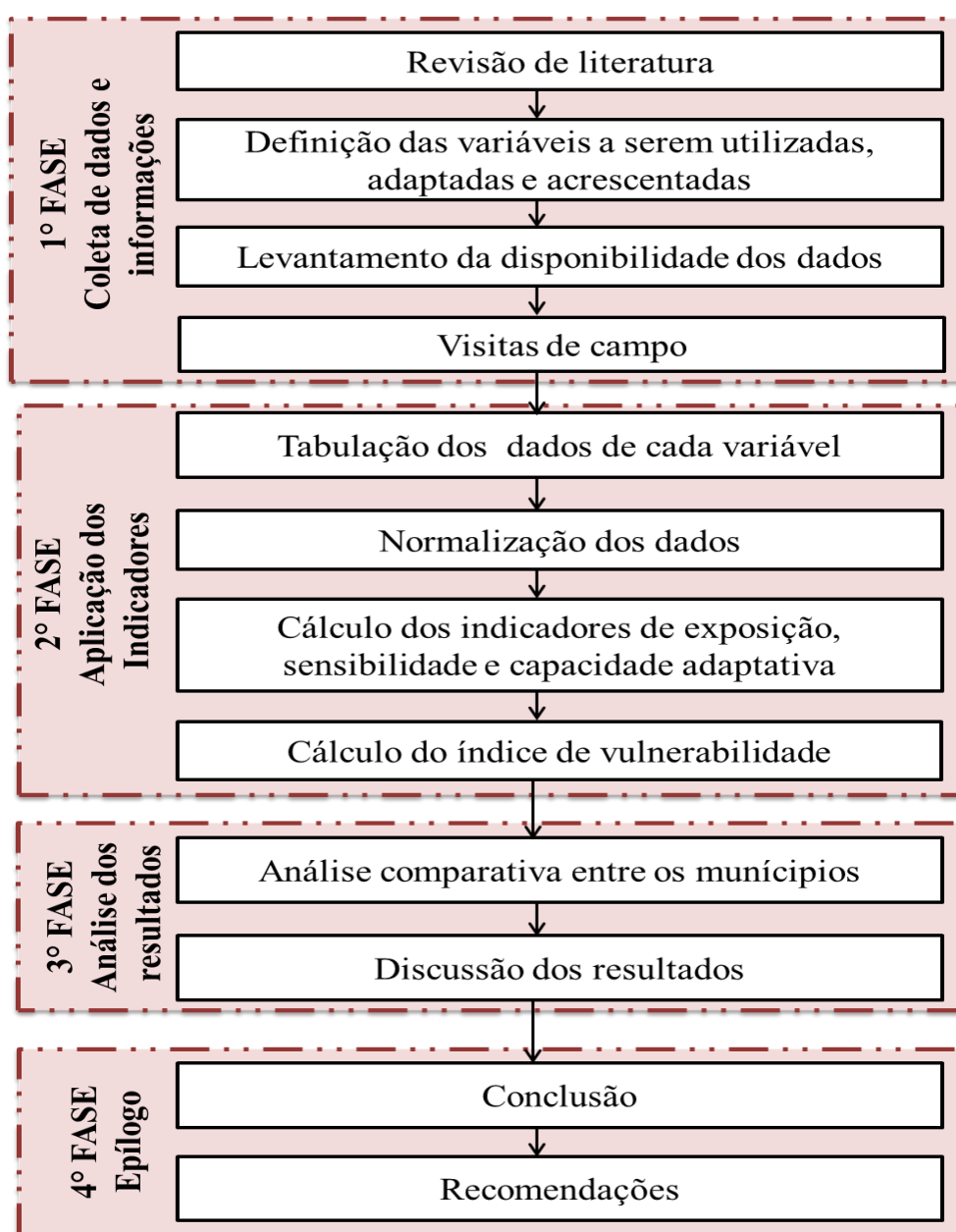


Fonte: Internet.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa, no seu desenvolvimento, compreendeu atividades diversificadas, desde a revisão bibliográfica até as recomendações para estudos futuros relacionados ao tema enfocado. As atividades desenvolvidas na pesquisa seguiram quatro fases, sejam: 1º fase – Coleta de dados e informações, 2º fase – Aplicação dos indicadores, 3º fase – Análise dos resultados e 4º fase – Epílogo, que podem ser observadas na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma das atividades desenvolvidas da pesquisa



Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram os seguintes:

- a) Levantamento da disponibilidade de dados em órgãos governamentais e não governamentais e consulta em *sites* da internet, visando a adaptação e aplicação do conjunto de indicadores de vulnerabilidade à seca;
- b) Escolha das variáveis a serem adaptadas, inseridas e aplicadas da metodologia proposta por Rosendo (2014) para a nova proposta do estudo;
- c) Análise crítica para a adaptação;
- d) Visitas em órgãos governamentais e não governamentais nas esferas federal, estadual e municipais, com o intuito de obter informações sobre os municípios e as secas ocorridas no passado recentemente;
- e) Trabalhos de campo nos municípios em estudo, onde foram realizadas visitas às secretarias municipais;
- f) Trabalhos de campo com a utilização 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;
- g) Tabulação dos dados com a utilização do aplicativo Microsoft Office Excel®
- h) Elaboração de mapas de localização dos municípios e para coleta de dados;
- i) Aplicação do sistema de classificação dos indicadores de vulnerabilidade à seca nos municípios em estudo;
- j) Análise dos resultados obtidos.

4.1 ADAPTAÇÃO DOS INDICADORES DE VULNERABILIDADE À SECA

O presente trabalho procurou adaptar a metodologia aplicada por Rosendo (2014), que foi por sua vez adaptada da metodologia original de Bhattacharya e Dass (2007), utilizada originalmente em 16 estados da Índia em um estudo comparativo entre os biênios 1990-1991 e 1999-2000.

Rosendo (2014) analisou aspectos mais específicos do semiárido brasileiro, utilizando para um estudo comparativo 03 municípios (Sumé, Sousa e Picuí), no estado da Paraíba, acometidos, frequentemente, pelo desastre da seca.

No Quadro 1 se pode observar a proposição dos indicadores de Rosendo (2014) para o semiárido brasileiro.

Quadro 1 - Indicadores de vulnerabilidade à seca

		ID	Indicador
Vulnerabilidade	Exposição	Características do Evento	1 <i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI);</i>
			2 <i>Índice de Aridez;</i>
		Exposição da população	3 <i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%);</i>
			4 <i>População Rural (%);</i>
		Exposição da Atividade	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>
	Sensibilidade	Características Socioeconômicas	13 <i>Rendimento nominal médio per capita (R\$);</i>
			14 <i>Índice de Inequidade (Gini);</i>
			15 <i>Força de trabalho não ocupada (%);</i>
		Características Tecnológicas	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>
		Características das atividades	21 <i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%);</i>
			22 <i>Áreas agrícolas degradadas ou impróprias para pecuária e agricultura (%);</i>
	Cap. Adaptativa	Capacidade Humana	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>
			26 <i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%);</i>
		Governabilidade	27 <i>População atendida por Programas Sociais no município (%);</i>
			28 <i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$);</i>
		Meios de vida	29 <i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%).</i>

Fonte: Rosendo (2014)

Para a adaptação da metodologia foram feitas as alterações a seguir descritas:

i) Alteração na forma de cálculo da variável de áreas agrícolas degradadas ou impróprias para pecuária e agricultura (%), relativo ao indicador de Sensibilidade. A metodologia aplicada por Rosendo (2014) utiliza os dados advindos do Censo Agropecuário do IBGE de 2006. Para a adaptação, foram realizados os cálculos a partir de imagens de satélite e checagem em campo de algumas áreas para validação das informações obtidas, pois, de acordo com Rosendo (2014) os valores referentes a essas áreas, a partir do Censo Agropecuário do IBGE de 2006, são subestimados. Assim, essa mudança na metodologia deve contemplar valores mais próximos da realidade.

ii) Outra proposição de adaptação referente ao indicador de Capacidade Adaptativa, sub-indicador meios de vida. Para isso acrescentou-se mais uma variável, que foi a porcentagem de funcionários públicos (%).

Entende-se que um maior contingente de funcionários públicos municipais poderá proporcionar melhores serviços à população afetada pela seca no atendimento às necessidades.

Sendo assim, o Quadro 2 apresenta as adaptações relativas aos Indicadores de vulnerabilidade à seca.

Quadro 2 - Índice de vulnerabilidade à seca, Indicadores, sub-indicadores e variáveis.

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

Fonte: Adaptação relativa aos Indicadores de Vulnerabilidade à seca de Rosendo, 2016

4.2 VARIÁVEIS COMPONENTES DOS INDICADORES

Torna-se importante ressaltar que o presente trabalho busca adaptar e aplicar um sistema de indicadores que possa identificar com maior exatidão qual área temática dos municípios estudados encontram-se mais vulneráveis à seca, isto feito através de uma compartimentação dos componentes da vulnerabilidade (indicador de exposição, indicador de sensibilidade e indicador de capacidade adaptativa).

Os dados foram coletados principalmente do Censo Agropecuário 2006 e do Censo Demográfico 2010, ambos disponíveis no IBGE, tendo em vista que são os dados mais atuais e com um grau de confiabilidade maior. Ademais, foram comparados com as informações coletadas nas visitas realizadas nos órgãos responsáveis de cada município.

Sobre a utilização de dados do Censo Agropecuário 2006 e Censo Demográfico 2010, o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta a Desastres Naturais publicou um relatório no mês de maio de 2016 com informações acerca do Índice Socioeconômico de Vulnerabilidade à seca (ISVS), que foi calculado a partir da integração dos dados dos referidos censos (CEMADEN, 2016).

Variáveis para composição do indicador de exposição

- **Exposição Climática**

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) e adaptado para o Nordeste do Brasil por Freitas (2005). Para anomalias de precipitações positivas o parâmetro M' é a média dos seis valores mais elevados de precipitação do período estudado. Para as anomalias negativas o parâmetro X' representa a média dos seis valores mais baixos de precipitação do mesmo período. Anomalias positivas são valores acima dessa média e negativa abaixo dessa média. 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:

$$\text{Para as anomalias positivas: } IAC = 3 \left[\frac{(N-N')}{(M'-N')} \right] \quad (1)$$

$$\text{Para as anomalias negativas: } IAC = -3 \left[\frac{(N-N')}{(X'-N')} \right] \quad (2)$$

Sendo:

N = precipitação anual atual;

N' = precipitação média anual da série histórica;

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

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

Torna-se importante ressaltar que os valores resultantes dessa equação do IAC, variam entre -4 e 4, -4 para as anomalias negativas e +4 para as anomalias positivas.

A seleção da série histórica de precipitação dos municípios foi feita segundo a disponibilidade dos dados no site da AESA, compreendendo 18 anos (1994-2011). O ano de referência para o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva foi o de 2010.

2. Índice de Aridez:

Os dados do Índice de Aridez para os quatro municípios em estudo (Cabaceiras, Cajazeiras, Patos, Princesa Isabel), 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) provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, SUDENE e Escritórios Regionais de Meteorologia. 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:

$$IA = \frac{Pr}{ETP} \quad (3)$$

Sendo:

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 2).

Tabela 2 - Classificação do Índice de Aridez

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

Fonte: Allen et al. (1994).

- **Exposição da população**

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:

$$FtdA(\%) = \frac{FtdA \times 100}{PEA} \quad (4)$$

Sendo:

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:

$$População Rural(\%) = \frac{População Rural \times 100}{População Total} \quad (5)$$

Sendo:

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).

- **Exposição da atividade**

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 765² (número de estabelecimentos agropecuários) e 855 (número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação). O cálculo foi feito da seguinte forma:

$$Agricultura Irrigada(\%) = \frac{Agricultura Irrigada \times 100}{Total de Estabelecimentos} \quad (6)$$

Sendo:

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

² Todas as referências relacionadas às tabelas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) encontram-se descritas no Anexo A deste trabalho.

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 SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente à tabela 1244.

Os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

7. Lavouras temporárias (%):

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

Os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

8. Pastagens naturais (%):

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

Os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

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.

Os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

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 SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente a tabela 854.

Os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram obtidos através do modo de visualização em porcentagem, disponível no próprio site.

11. Exposição das culturas agrícolas:

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

Para a aplicação desta variável se optou 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:

$$Peso\ Qnt\ Norm = \frac{(QntProdCult - QntProdMin)}{QntProdMax - QntProdMin} \quad (7)$$

Sendo:

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 m³/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:

$$Peso\ Dem\ Ag = \frac{(Dem\ AgCult - Dem\ AgMin)}{Dem\ AgMax - Dem\ AgMin} \quad (8)$$

Sendo:

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)³ (em m³/t);

Dem AgMin = menor demanda específica de água das culturas (conforme Hoekstra e Hung, 2002) nos quatro municípios em estudo (em m³/t);

DemAgMax = maior demanda específica de água das culturas (conforme Hoekstra e Hung, 2002) nos quatro municípios em estudo (em m³/t).

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

$$PExp\ Cult = \frac{[(Cult(a) \times Peso\ Qnt(a)) + (Cult(a) \times Peso\ Exp(a)) \dots^4]}{(\sum Peso\ Qnt + \sum Peso\ Exp)} \quad (9)$$

Sendo:

PExp 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);

³ Tabela referente no Anexo B.

⁴ Todas as culturas e seus respectivos pesos devem fazer parte deste cálculo.

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. Exposição dos rebanhos:

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

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, à exposição específica de cada rebanho ao fenômeno da seca e ainda se o tipo de propriedade (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 propriedade em que estes animais encontram-se inseridos.

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

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

$$Peso Qnt Norm = \frac{(QntCabeças - QntCabeçasMin)}{QntCabeçasMax - QntCabeçasMin} \quad (10)$$

Sendo:

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)⁵, 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 (EMBRAPA, 2005)⁶, 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:

$$Peso\ Dem\ Ag = \frac{(Dem\ AgAnimal - Dem\ AgMin)}{Dem\ AgMax - Dem\ AgMin} \quad (11)$$

Sendo:

$PesoDemAg$ = 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)⁷ (em L/dia);

$Dem\ AgMin$ = menor demanda específica de água para os animais (conforme EMBRAPA, 2005 e PARAÍBA, 2006) nos quatro municípios em estudo (em L/dia);

$DemAgMax$ = maior demanda específica de água para os animais (conforme EMBRAPA, 2005 e PARAÍBA, 2006) nos quatro 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:

⁵ Tabela referente no Anexo B.

⁶ Tabela referente no Anexo B.

⁷ Tabelas referentes no Anexo B.

$$Reb = \frac{[(Reb(a) \times Peso\ Qnt(a)) + (Reb(a) \times Peso\ Tp\ agric(a)) + (Reb(a) \times Peso\ Exp(a)) \dots^8]}{(\sum Peso\ Qnt + \sum Peso\ Tp\ agric + \sum Peso\ Exp)} \quad (12)$$

Sendo:

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);

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 referentes ao tipo de agricultura;

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

Variáveis para composição do indicador de sensibilidade:

- **Características socioeconômicas**

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 Rosendo (2014) propõe para os indicadores que não são dados em porcentagem, se utilize um modelo de normalização comparativo de dados entre as microrregiões em estudo. Os dados devem ser alocados em uma escala de 0 a 1, sendo o valor 1 o maior que se admita o valor 0 o menor da escala.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

⁸ Todos os tipos de animais e seus respectivos pesos devem fazer parte deste cálculo.

$$Exp\ RnNorm = \frac{(RnMuni - RnMin)}{RnMax - RnMin} \quad (13)$$

Sendo:

Exp 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 mesorregião (em reais (R\$));

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

14. Índice de Inequidade (Gini):

O índice de inequidade, 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 valor 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 Pesquisa Econômica e Aplicada - 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:

$$Pop\ Desemp(\%) = \frac{Pop\ Desemp \times 100}{PEA} \quad (14)$$

Sendo:

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

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

$PEA = \text{População Economicamente Ativa residente no município (número de estabelecimentos)}$.

- **Características tecnológicas**

16. Volume de água nos reservatórios ao fim do quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):

A porcentagem do volume de água nos principais reservatórios ao fim do quadrimestre chuvoso⁹ nos municípios foi calculada a partir dos dados disponibilizados no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2016). Essa agência monitora o volume mensal¹⁰ dos principais açudes de todo o Estado paraibano.

Para o município de Cabaceiras tomou-se como referência o açude Eptácio Pessoa, popularmente conhecido como açude de Boqueirão, no município de Cajazeiras foram considerados os açudes Lagoa do Arroz e Engenheiro Ávidos, no município de Patos considerou-se os açudes Farinha e Jatobá I e para o município de Princesa Isabel foi considerado o açude Jatobá II, visto que são os principais reservatórios que abastecem esses municípios e todos são monitorados pela AESA.

Adotou-se como quadrimestre chuvoso para a microrregião do Cariri Oriental os meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio do ano de 2010. Já para a mesorregião sertaneja foram adotados 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 quatro municípios, o cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$VolAtg(\%) = \frac{VolAtg \times 100}{VolTot} \quad (15)$$

⁹ 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.

¹⁰ Em alguns açudes do estado da Paraíba, a AESA, além disponibilizar o monitoramento mensal, também disponibiliza dados de monitoramento diário.

Sendo:

$VolAtg$ = volume de água nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso nos reservatórios dentro do limite do município (em m³);

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

$VolTol$ = volume total dos reservatórios dentro do limite do município (em m³).

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 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 poços em operação, elaborado pela CPRM para o ano de 2014.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Poços/Fam (\%) = \frac{Qnt\ poços\ Muni \times 100}{Qnt\ Famílias} \quad (16)$$

Sendo:

$Poços/Fam (\%)$ = 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 SIDRA, para o Censo Demográfico do ano de 2010, referente à tabela 229 (número de famílias residentes em domicílios particulares) e através dos dados de cisternas fornecidos pelo Observatório da Seca para o ano de 2014.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Cisternas/Fam (\%) = \frac{Qnt\ Cisternas\ Muni \times 100}{Qnt\ Famílias} \quad (17)$$

Sendo:

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 SIDRA, para o Censo Agropecuário do ano de 2006, referente as tabelas 765, 856 e 857.

Para aplicação desta variável, optou-se por utilizar médias ponderadas, tendo em vista que a silagem pode ser 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:

$$Prop\ Sil(\%) = \frac{[(Porc\ Forragem \times Peso\ Forr) + (Porc\ Grãos \times Peso\ Grãos)]}{(Peso\ Forr + Peso\ Grãos)} \quad (18)$$

Sendo:

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 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:

$$Prop Def Agri(\%) = \frac{Pop Def Agri \times 100}{Est Agro} \quad (19)$$

Sendo:

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).

- **Características das atividades**

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 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:

$$Prop\ Mec\ Agri(\%) = \frac{Pop\ Mec\ Agri \times 100}{Est\ Agro} \quad (20)$$

Sendo:

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 impróprias para pecuária e agricultura (%):

A porcentagem das áreas agrícolas degradadas ou impróprias para pecuária e agricultura, no município, foi obtida por meio de imagens de satélite. Essa orientação se deu utilizando imagens do sensor TM-Landsat-5, disponíveis no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Para identificação das áreas degradadas foi utilizada uma composição colorida ajustada das bandas 3, imagem NDVI, e banda 1, que possibilitou a visualização das áreas de maior densidade da vegetação em tonalidades de verde, e as áreas de menor densidade em tons de lilás. As imagens foram individualmente georreferenciadas utilizando-se a projeção UTM, elipsóide SAD-69. Esse estudo foi executado pela Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia – SCIENTEC, para elaboração do PAE-PB. Desse modo foi possível a utilização dessas imagens para a realização do cálculo das áreas agrícolas degradadas ou impróprias para pecuária e agricultura.

Através do modo de visualização em porcentagem, foram obtidos os dados dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel.

Variáveis para composição do indicador de capacidade adaptativa:

- **Capacidade Humana**

23. Taxa de alfabetização (%):

A taxa de alfabetização no município foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no 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 Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel.

24. População aposentada no município (%):

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

$$Aposent\ Muni(\%) = \frac{Apsot\ Muni \times 100}{Pop\ Total} \quad (21)$$

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" para ajudar a classificar os municípios como desenvolvidos (desenvolvimento humano muito alto), em desenvolvimento (desenvolvimento humano médio e alto) e subdesenvolvidos (desenvolvimento humano baixo).

Este índice é composto de dados de expectativa de vida ao nascer, índice de educação e índice de renda. Esse 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 Produto Interno Bruto (PIB) investido em Educação e Cultura no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, no banco de dados IPEADATA (2010a e 2010b), utilizando os dados do Censo Demográfico do ano de 2010. O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Inv\ Educ\ e\ Cult(\%) = \frac{Inv\ Educ\ e\ Cult \times 100}{PIB\ Muni} \quad (22)$$

Sendo:

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\$)).

- **Governabilidade**

27. População atendida por programas sociais no município (%):

A porcentagem da população atendida por programas sociais no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, no 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 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 à 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:

$$Pop\ Prog\ Social(\%) = \frac{(PBF + BPC + RMV) \times 100}{Pop\ Total} \quad (23)$$

Sendo:

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).

Pop total = População total do município.

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 de 2010.

A metodologia de Rosendo (2014) 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 em uma escala de 0 a 1, sendo o 1 (um) o maior valor do universo dos dados (limiar superior) e que se admita 0 (zero) o menor valor do universo dos dados (limiar inferior). Além disso propõe realizar uma análise comparativa entre os municípios e suas respectivas microrregiões. Obtém-se assim o valor correspondente do município em relação aos municípios circunvizinhos da microrregião. Dessa forma o estudo segue as duas proposições anteriores.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$PIB\ PerCap\ Norm = \frac{(PIB\ PerCap - PIB\ PerCapMin)}{PIB\ PerCapMax - PIB\ PerCapMin} \quad (24)$$

Sendo:

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\$)).

- **Meios de vida**

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 Pesquisa Econômica Aplicada, no banco de dados IPEADATA (2010d), utilizando os dados do Censo Demográfico do ano de 2010.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Pop\ Ind\ Agro(\%) = \frac{(Pop\ Total - Pop\ Emp\ Agro) \times 100}{Pop\ Total} \quad (25)$$

Sendo:

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).

30. Número de funcionários públicos (%)

A porcentagem de funcionários públicos no município foi calculada a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE, no SIDRA, referentes ao Censo Demográfico do ano de 2010.

O cálculo foi elaborado da seguinte forma:

$$Func\ públicos(\%) = \frac{Func\ públicos \times 100}{Pop\ Total} \quad (26)$$

Sendo:

Func públicos = população residente no município que são funcionários públicos (número de pessoas);

Func públicos (%) = população residente no município que são funcionários públicos (em porcentagem);

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

4.3 NORMALIZAÇÃO DOS DADOS E UTILIZAÇÃO DE MÉDIAS

O estudo realizado por Rosendo (2014) adotou o procedimento de agregação simples, através da utilização de médias aritméticas simples e ponderada ou média geométrica, com o intuito de analisar as mais diversas variáveis normalizadas¹¹, que buscam como produto final um índice de vulnerabilidade à seca, que pode ser comparado com outras áreas.

No tocante à utilização das médias (aritmética e geométrica), o processo de agregação simples é amplamente utilizado em 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) utilizam vários tipos de médias em seus estudos. Nesse caso, a análise aqui apresentada utiliza média geométrica e aritmética simples e ponderada.

No que se refere às diferenças entre as médias aritmética simples, aritmética ponderada e geométrica, 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 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 variável.

As médias utilizadas na pesquisa são exemplificadas a seguir:

¹¹ Entendem-se aqui como variável normalizada, os valores das variáveis expressas em uma escala que varia entre o número 0 (zero) e o número 1 (um).

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

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

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

Onde:

A, B e C = são variáveis distintas

Peso1 e Peso2 = pesos atribuídos as variáveis

n = numero total de variáveis

Utilizou-se a média geométrica para a composição dos sub-indicadores e dos indicadores, e a média aritmética simples para a composição do índice de vulnerabilidade.

As médias aritméticas ponderadas foram utilizadas para o cálculo das variáveis: exposição das culturas agrícolas e exposição dos rebanhos.

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

Já para os dados adimensionais, por exemplo, o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC), o Índice de Aridez ou de renda (expressos em Reais - R\$), tornou-se necessário definir um limiar que estabelecesse 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 foram utilizados 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 -4 e +4, então seu limiar superior foi dado pelo valor +4 e o seu inferior pelo valor -4.

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, ele seria inserido da seguinte forma:

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

A normalização dos indicadores nessa escala única é necessária para que valores em diferentes unidades de medida possam ser agregados.

Sendo assim, para o cálculo do Índice de Vulnerabilidade à seca utilizou-se a seguinte equação.

$$\text{Índice de vulnerabilidade} = \frac{\text{Exposição} + \text{Sensibilidade} + (1 - \text{Cap. Adaptativa})}{3} \quad (5)$$

4.4 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES E DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À SECA

A classificação do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca foi elaborada a partir da relação entre os indicadores, os valores das variáveis envolvidas e os critérios referentes à coloração para a representação gráfica, com base na distribuição das classes, segundo classificação adotada por Coelho et al. (2011) e Pires (2015). No Quadro 3 é detalhada a representação para os Indicadores de Exposição, Sensibilidade, Capacidade Adaptativa e dos índices de vulnerabilidade socioambiental à seca associados com a coloração para representação gráfica.

Quadro 3 - Classificação dos Indicadores e do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca

Classificação		
Valor do índice	Classe	Cor
0,00 – 0,20	Muito baixa	
0,21 – 0,40	Baixa	
0,41 – 0,60	Média	
0,61 – 0,80	Alta	
0,81 – 1,00	Muito Alta	

Fonte: Adaptado de Coelho et al. 2011; Pires, 2015.

CAPÍTULO V

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Fonte: Internet

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPOSIÇÃO DOS MUNICÍPIOS

Para o indicador de exposição, os resultados obtidos no estudo comparativo entre os municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel, permitem destacar:

Em relação às variáveis Índice de Anomalia de Chuva e o Índice de Aridez que compõem o sub-indicador exposição climática, o município mais exposto foi Cabaceiras e o menos, Cajazeiras.

Para o sub-indicador de exposição da população, o município de Cabaceiras também é o mais exposto por apresentar a maior porcentagem de força de trabalho que depende da agricultura, ou seja, 16% (Apêndice A). Essa característica é importante porque demonstra a fragilidade de sua economia à seca, além disso, em Cabaceiras 56% (Apêndice A) de sua população vive na zona rural, o que pode tornar a situação mais preocupante e merecedora de atenção.

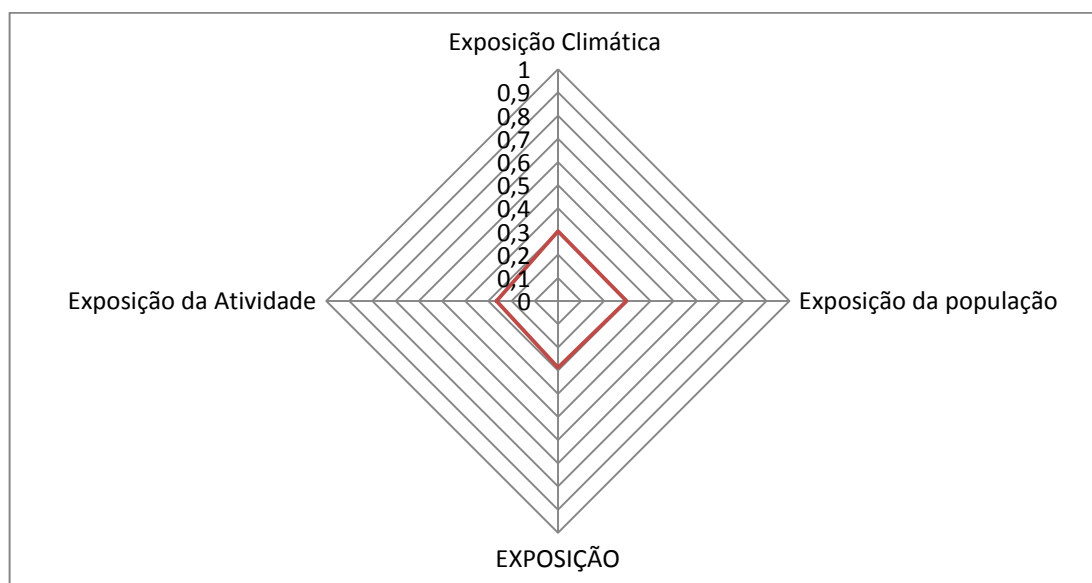
Para o sub-indicador exposição das atividades, o município mais exposto foi Princesa Isabel. É importante mencionar que todos os municípios apresentaram 1% (Apêndice A) de área de estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada. Esse fato reflete na porcentagem da área dos estabelecimentos agropecuários com lavoura permanente, sendo para os municípios de Cabaceiras, Patos e Princesa Isabel também valores de 1% (Apêndice A). Com relação à porcentagem de área dos estabelecimentos agropecuários com pastagens naturais, o município de Princesa Isabel foi o mais exposto. Isso quer dizer que apresentou apenas 11 % (Apêndice A) de áreas com pastagens naturais, o que constitui uma fragilidade e agravante na manutenção do equilíbrio do ambiente.

Os dados disponibilizados pelo IBGE referentes ao Censo Agropecuário 2006 com relação aos dados de porcentagem de pastagem plantada degradada nos municípios dentre os quatro municípios, estão subestimados, visto que, Cabaceiras, Patos e Princesa Isabel apresentaram valores de 1% (Apêndice A) e Cajazeiras o valor de 2% (Apêndice A). De acordo com as visitas realizadas às áreas de estudo pode-se observar que essas áreas são bem maiores.

Ademais, para a exposição das culturas praticadas nos municípios, dado que foi ponderado com base no trabalho de Hoekstra e Hung (2002) (Anexo B), o município de Patos foi o que obteve o maior valor, sendo, portanto, o mais exposto. Já quanto a exposição do tipo de rebanho, os municípios mais exposto foi Cabaceiras, e o menos Princesa Isabel. Essa menor exposição para o município de Princesa Isabel pode ser devido ao maior número de aves (121.087 cabeças) no município em relação ao rebanho de bovinos (1.434 cabeças), principalmente na agricultura não familiar.

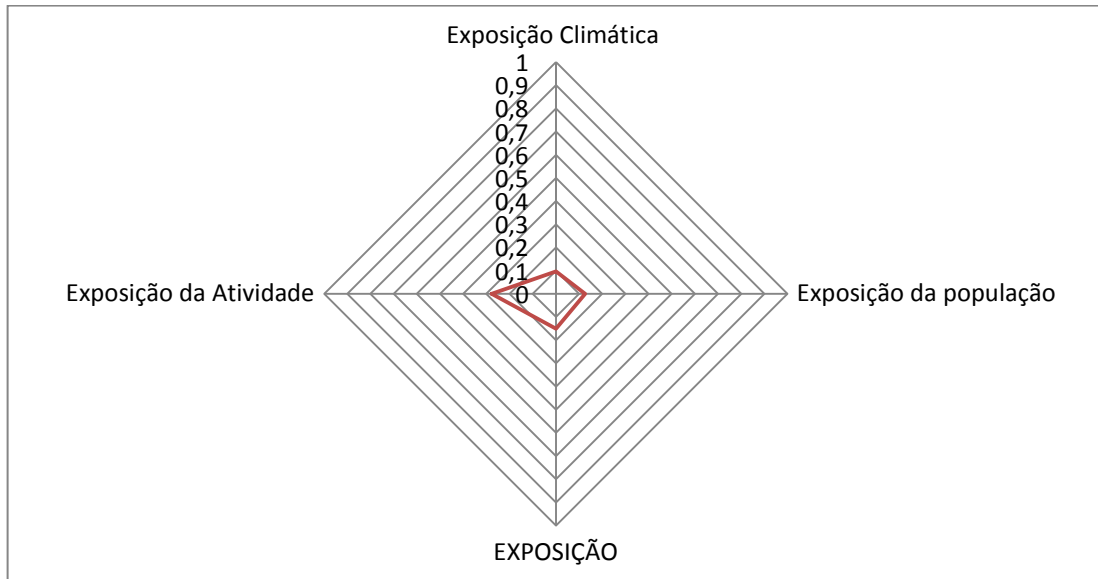
Para um melhor entendimento dos resultados obtidos, utilizou-se gráficos do tipo “radar” (Gráfico 1, Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4), correspondente aos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel, respectivamente. Com o intuito de uma melhor representação das relações entre o indicador de exposição com os sub-indicadores que o compõem.

Gráfico 1: Exposição do município de Cabaceiras



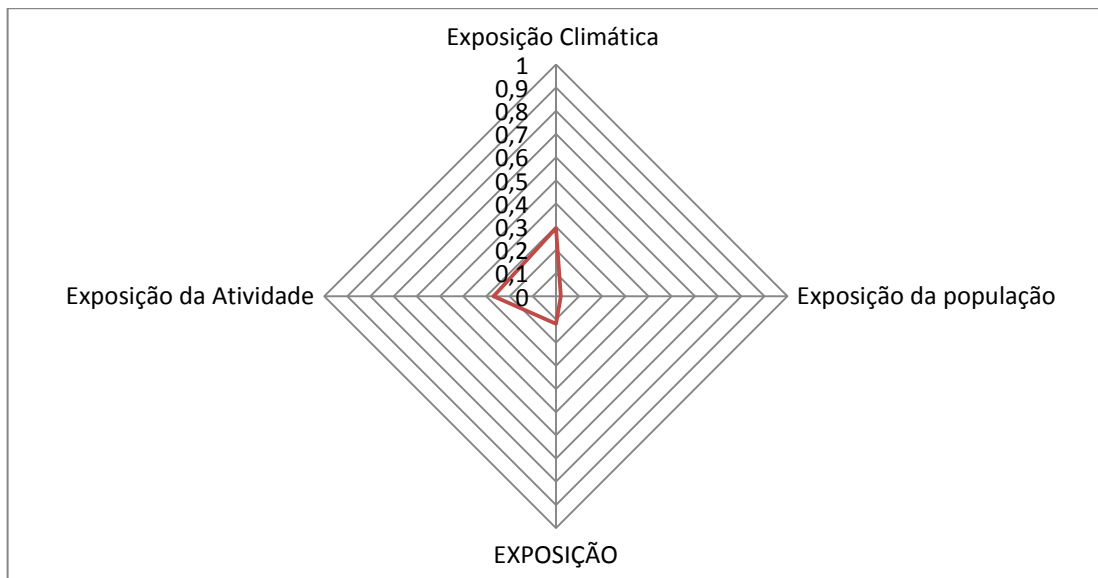
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 2: Exposição do município de Cajazeiras



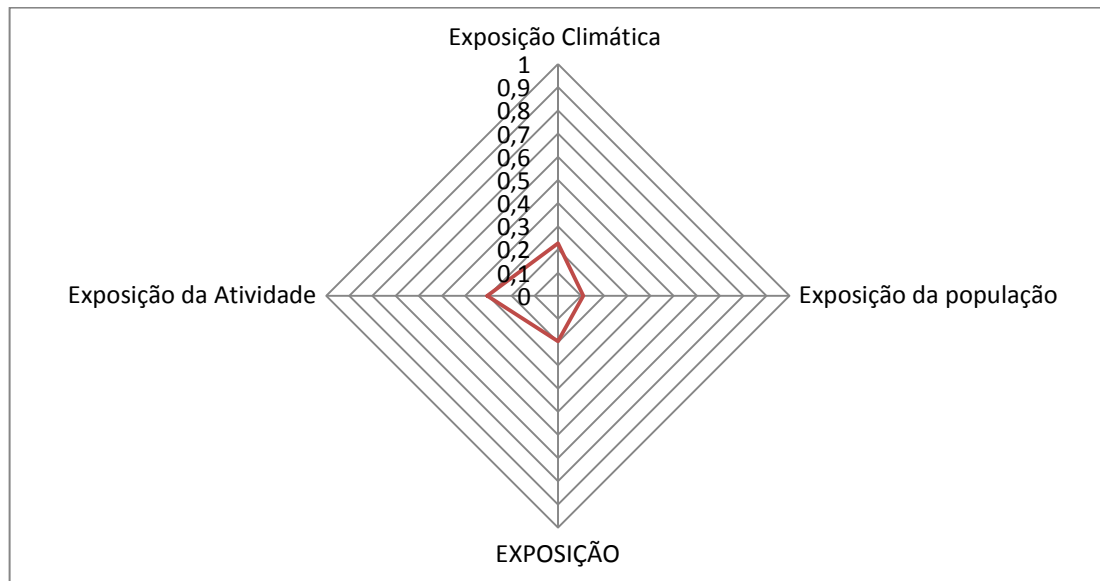
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 3: Exposição do município de Patos



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 4: Exposição do município de Princesa Isabel

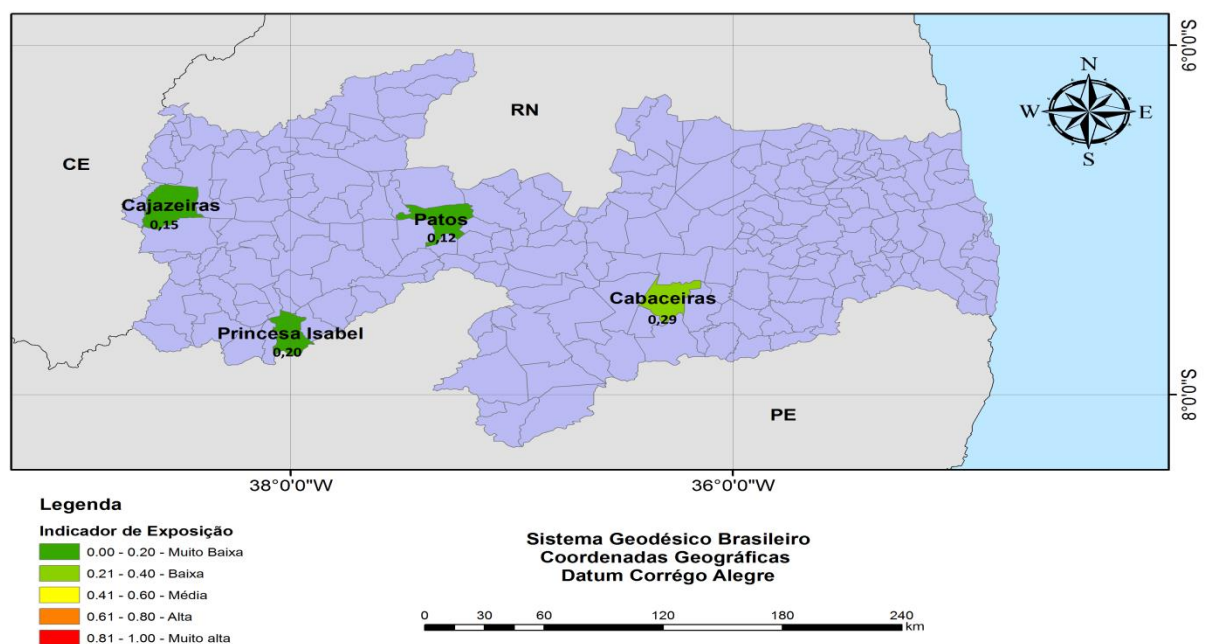


Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Os resultados indicaram que entre os municípios estudados, Patos (Gráfico 3) foi o menos exposto (0,11), principalmente por causa da exposição climática, e Cabaceiras (Gráfico 1) o mais exposto (0,29).

Na Figura 7 estão mostrados os resultados para o indicador de Exposição segundo a escala de cores adotada.

Figura 7 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Exposição dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba



Fonte: Autora, 2017.

5.2 SENSIBILIDADE DOS MUNICÍPIOS

O indicador de sensibilidade é composto de três sub-indicadores. Então, analisando as características socioeconômicas dos municípios com relação ao rendimento nominal médio mensal per capita, verificou-se que os municípios de Cajazeiras e Patos apresentaram o maior rendimento entre os quatro comparados.

No que concerne ao Índice de Inequidade (Gini), o município de Cabaceiras apresentou o pior resultado. Assim, além de apresentar o menor rendimento nominal médio mensal per capita, ainda apresenta uma má distribuição de renda entre a população residente, fator este que aumenta a sensibilidade dos mais pobres aos efeitos das secas, principalmente, a que depende da agricultura familiar.

Com relação à porcentagem de força de trabalho não ocupada, o município que teve o pior resultado foi Patos, com 30% (Apêndice A) de sua população desempregada, ou não empregada formalmente.

Com relação às características tecnológicas empregadas nas comunidades rurais, a variável correspondente ao volume dos reservatórios atingido no fim do quadrimestre chuvoso no ano de 2010, o município de Patos apresentou o pior cenário da época, com apenas metade de seus reservatórios preenchidos. Para agravar ainda mais a situação das famílias, o município também apresentou o pior resultado com relação à porcentagem de famílias atendidas por cisternas, ou seja, com um total de apenas 1% (Apêndice A). Isso demonstra uma deficiência da gestão estadual e municipal na disseminação e implantação dessa tecnologia que tem sido muito importante para convivência com a seca, sendo uma das principais responsáveis por garantir água para consumo humano nos períodos de seca na região semiárida.

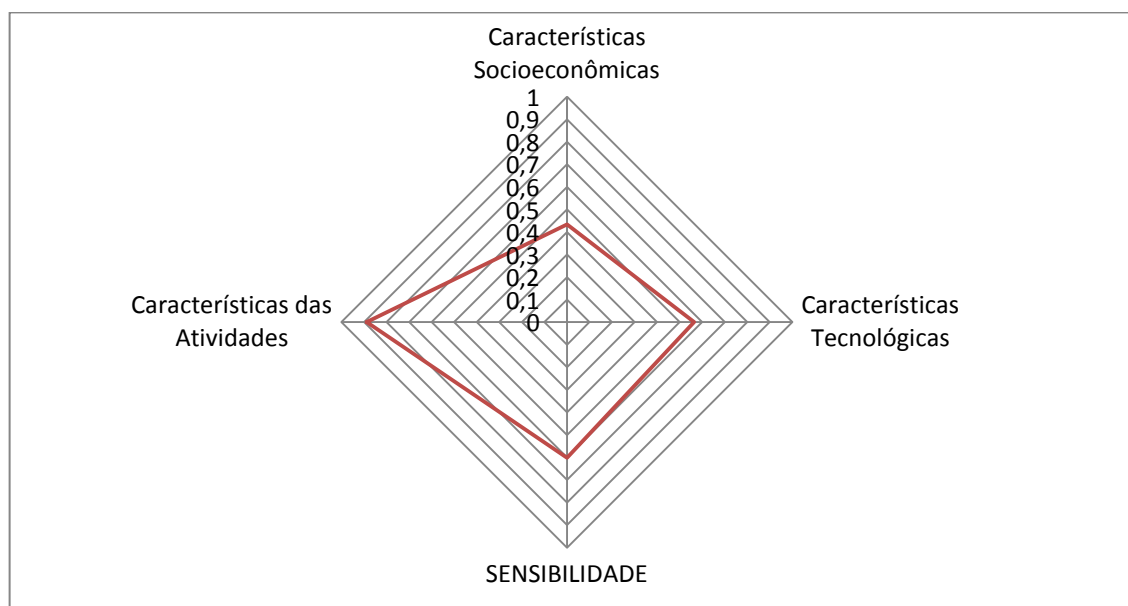
Quando se remete à porcentagem de famílias atendidas por poços, os municípios de Patos e Princesa Isabel tiveram os piores resultados, apresentando também valores de apenas 1% no atendimento por essa tecnologia.

Ainda, no tocante características tecnológicas, o município de Princesa Isabel apresentou o menor número de propriedades rurais que utilizam a silagem para forragem ou para guarda de grãos, totalizando 8% (Apêndice A). Com relação à porcentagem de propriedades que utilizam defensivos agrícolas, Cabaceiras apresentou o melhor cenário com 13%, seguido de Princesa Isabel com 20%, Patos com 36% e Cajazeiras com 38% (Apêndice A), considerando os problemas ambientais causados por eles.

Para complementar o indicador de sensibilidade também foram analisados a porcentagem de propriedades que usam mecanização agrícola e a porcentagem de área agrícola degradada ou imprópria para pecuária e agricultura. Sobre essas variáveis o município de Patos apresentou a maior porcentagem de propriedades que usam mecanização agrícola, sendo 8% (Apêndice A) e a maior porcentagem de área agrícola degradada ou imprópria para pecuária e agricultura com 92% (Apêndice A).

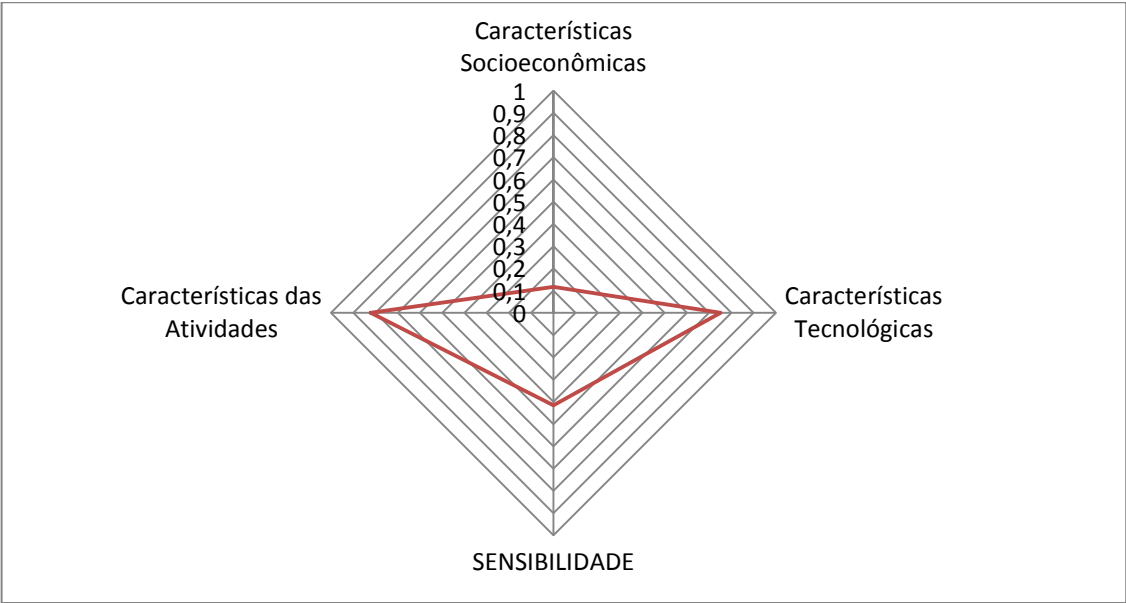
Sendo assim, a partir das Características Socioeconômicas, Características Tecnológicas e Características das Atividades, o município que apresentou o maior valor de sensibilidade foi Cabaceiras (Gráfico 5) e menos sensível foi Cajazeiras (Gráfico 8)

Gráfico 5: Sensibilidade do município de Cabaceiras



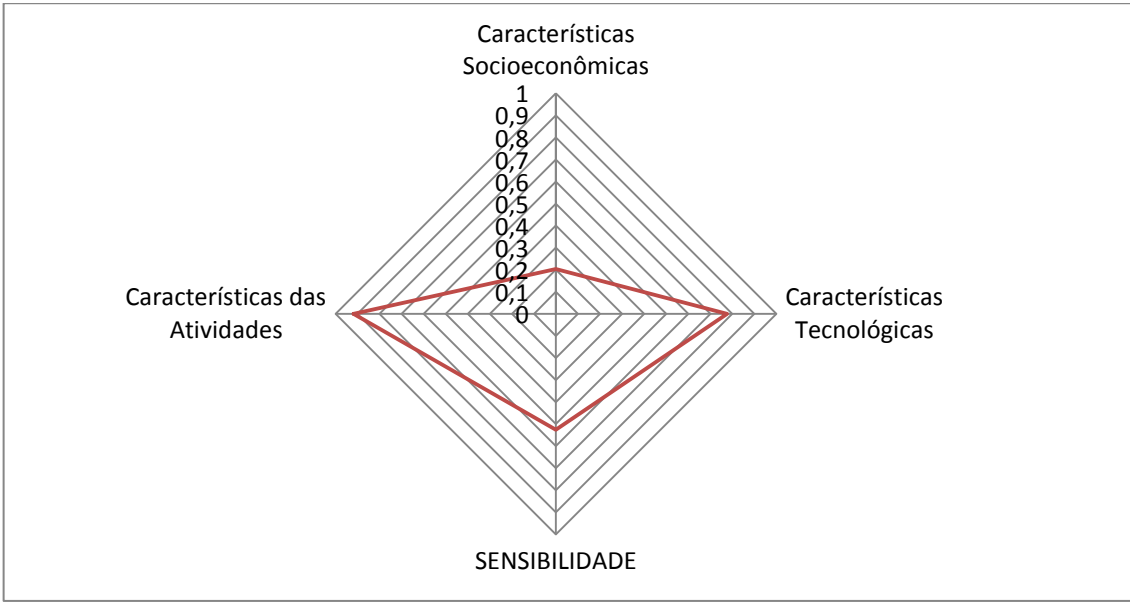
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 6: Sensibilidade do município de Cajazeiras



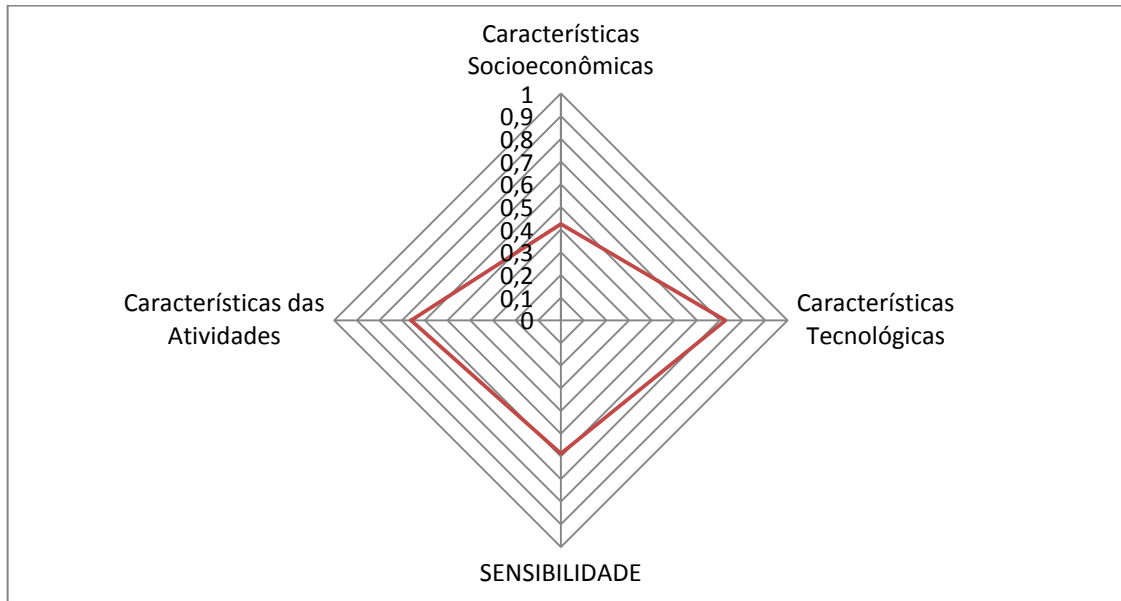
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 7: Sensibilidade do município de Patos



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

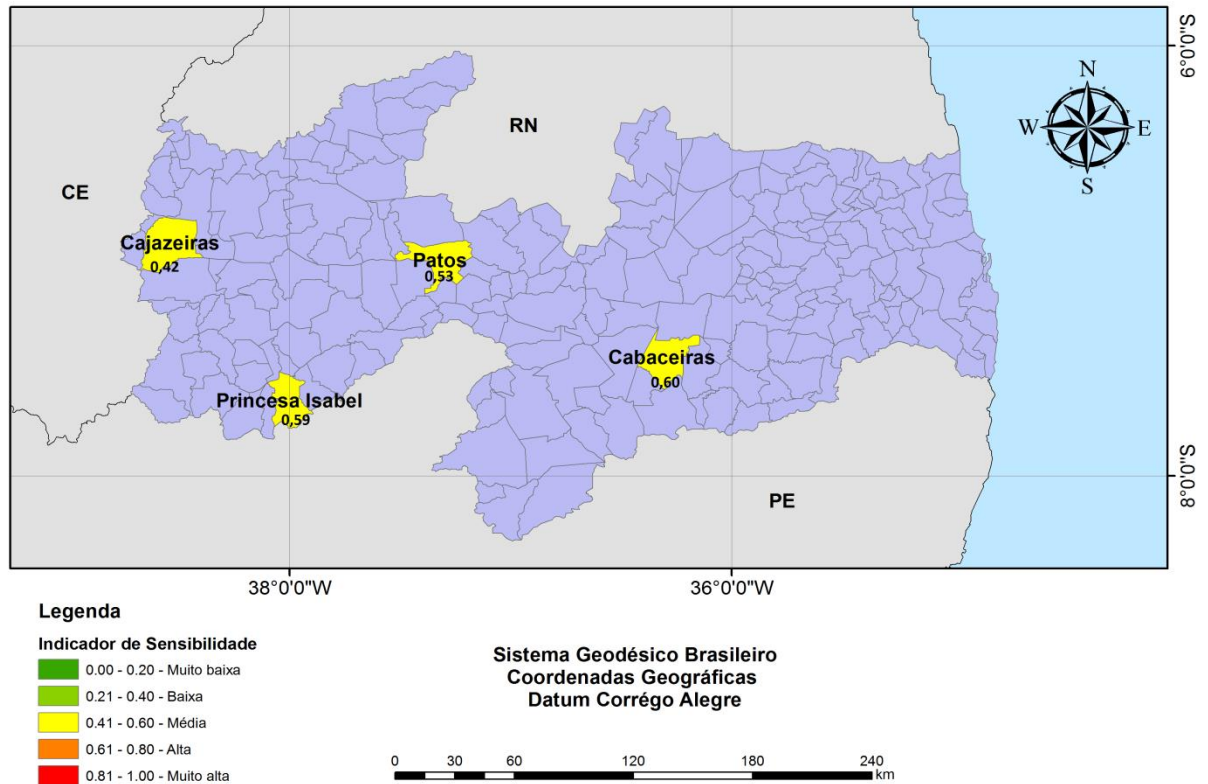
Gráfico 8: Sensibilidade do município de Princesa Isabel



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Na Figura 8 estão mostrados os resultados para o indicador de Sensibilidade segundo a escala de cores adotada.

Figura 8 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Sensibilidade dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba



Fonte: Autora, 2017.

5.3 CAPACIDADE ADAPTATIVA DOS MUNICÍPIOS

O indicador Capacidade adaptativa assim como os demais é composto de três sub-indicadores, quais sejam: Capacidade humana, Governabilidade e Meios de vida.

Sobre a Capacidade humana, o município que apresenta a menor taxa de alfabetização é Princesa Isabel, com 76% (Apêndice A) de sua população alfabetizada. Com relação à população atendida por algum benefício do Ministério da Previdência Social, o município de Cajazeiras lidera com 31% (Apêndice A), ficando em último o município de Princesa Isabel com apenas 23% (Apêndice A).

Sobre o IDH municipal, Patos apresenta o maior valor de 0,70 (Apêndice A). Entretanto é pertinente destacar que esse dado é influenciado principalmente pela longevidade, tendo em vista que em termos de educação o município investe apenas 3% (Apêndice A) do seu PIB.

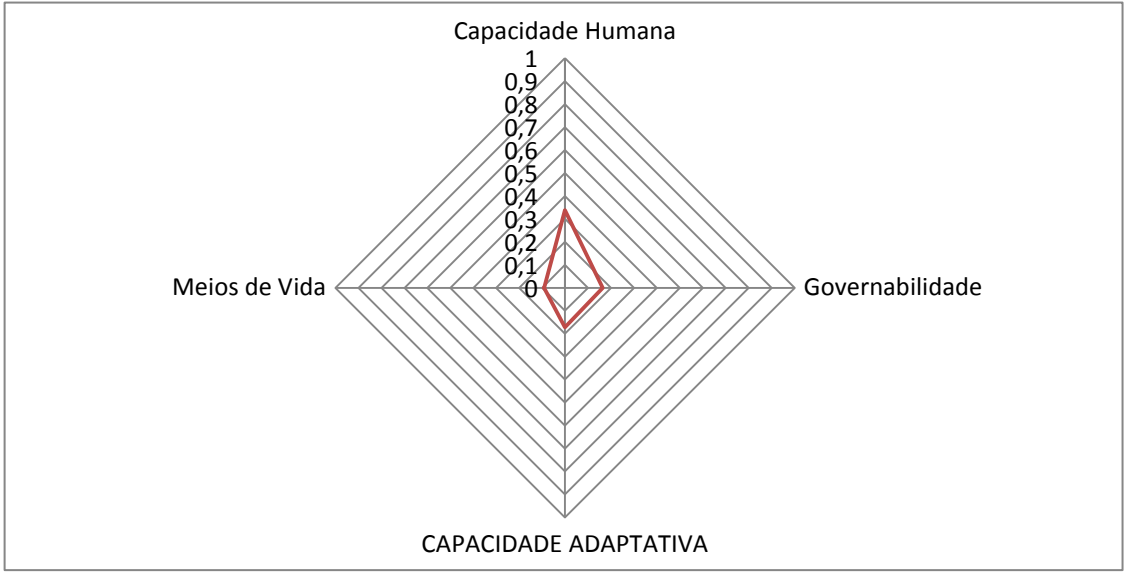
No tocante à Governabilidade, o município de Cajazeiras teve a maior porcentagem 17% (Apêndice A) da população total inserida em alguns programas sociais financiados pelo Ministério de Desenvolvimento Social (PBF + BPC + RMV).

Com relação ao PIB municipal per capita, os municípios de Cajazeiras e Patos apresentaram os maiores valores, com R\$ 7.901,97 e R\$ 6.879,66, respectivamente, no comparativo entre os quatro municípios.

Outra variável importante é a força de trabalho que independe da agropecuária. No município de Cabaceiras, apesar de ter economia predominantemente rural, tem 84% (Apêndice A) da sua população que independe da agropecuária. Com relação aos servidores públicos, os municípios de Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel apresentaram o mesmo percentual, ou seja, 3% (Apêndice A) ficando Cabaceiras com o menor percentual entre os quatro municípios estudados, com apenas 1% (Apêndice A).

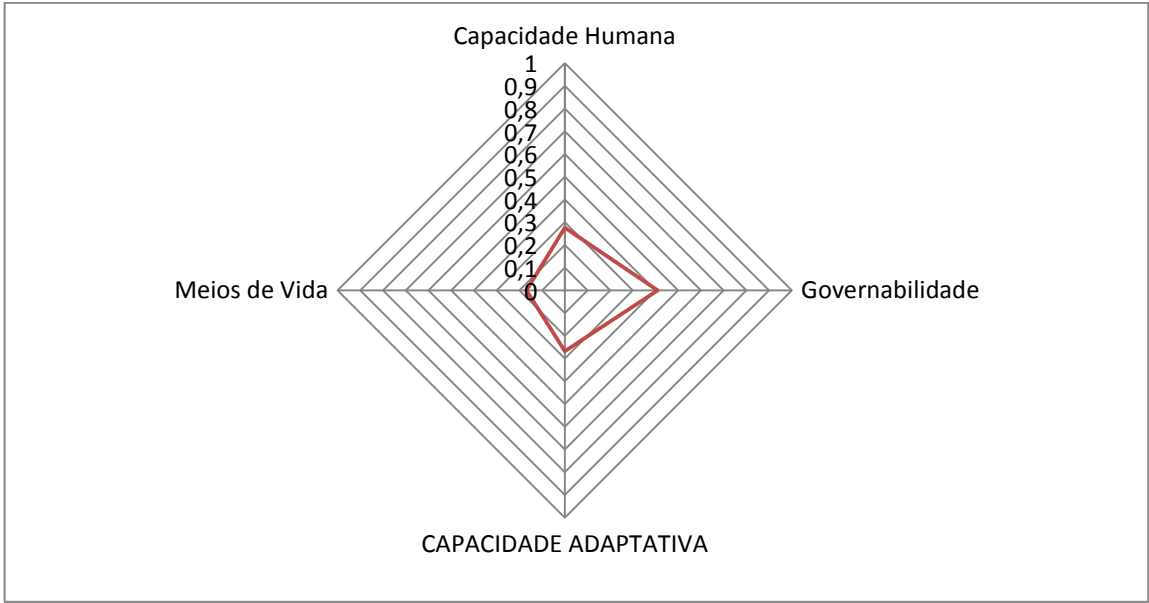
Sendo assim, em relação à Capacidade adaptativa, o município de Cabaceiras foi o que obteve o pior desempenho, conforme pode ser visualizado nos Gráficos 9, 10, 11 e 12, principalmente no que diz respeito ao sub-indicador de Governabilidade, que se sobressai quando comparado aos demais municípios estudados.

Gráfico 9: Capacidade adaptativa do município de Cabaceiras



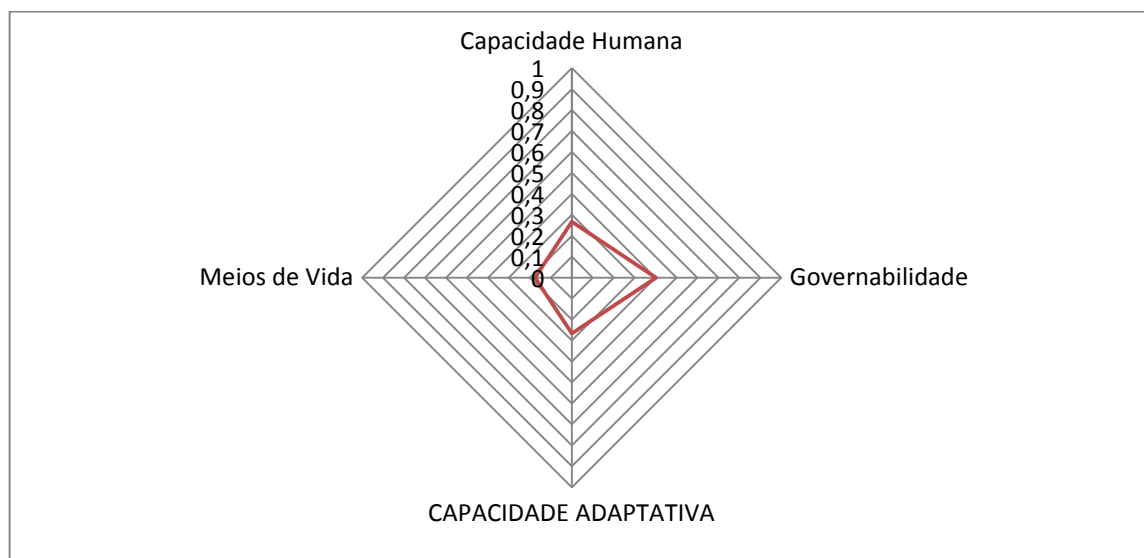
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 10: Capacidade adaptativa do município de Cajazeiras



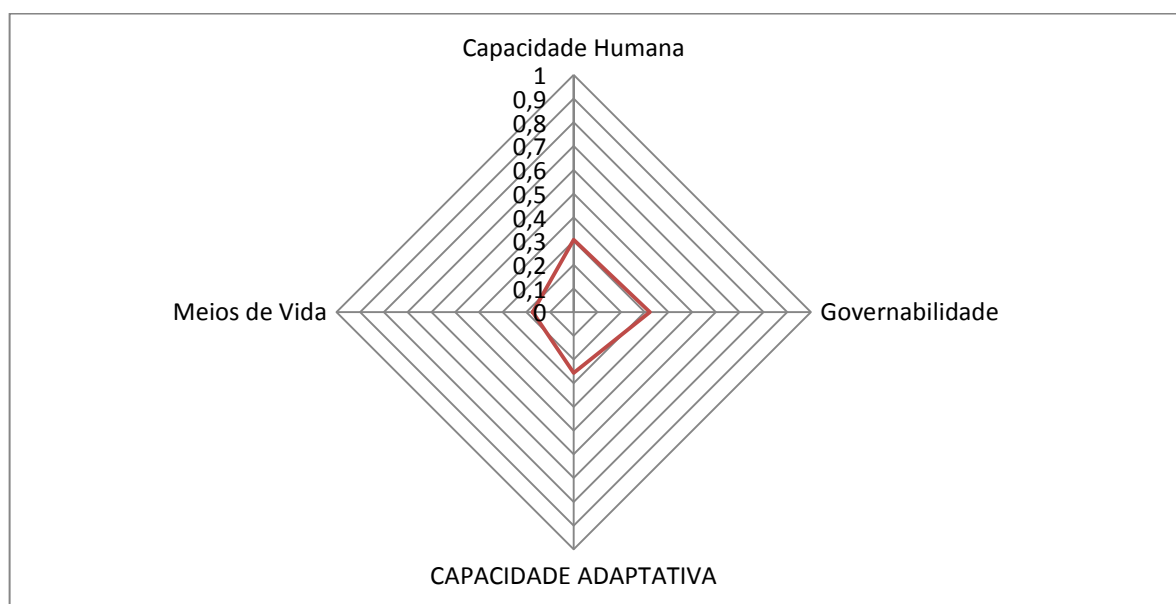
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 11: Capacidade adaptativa do município de Patos



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

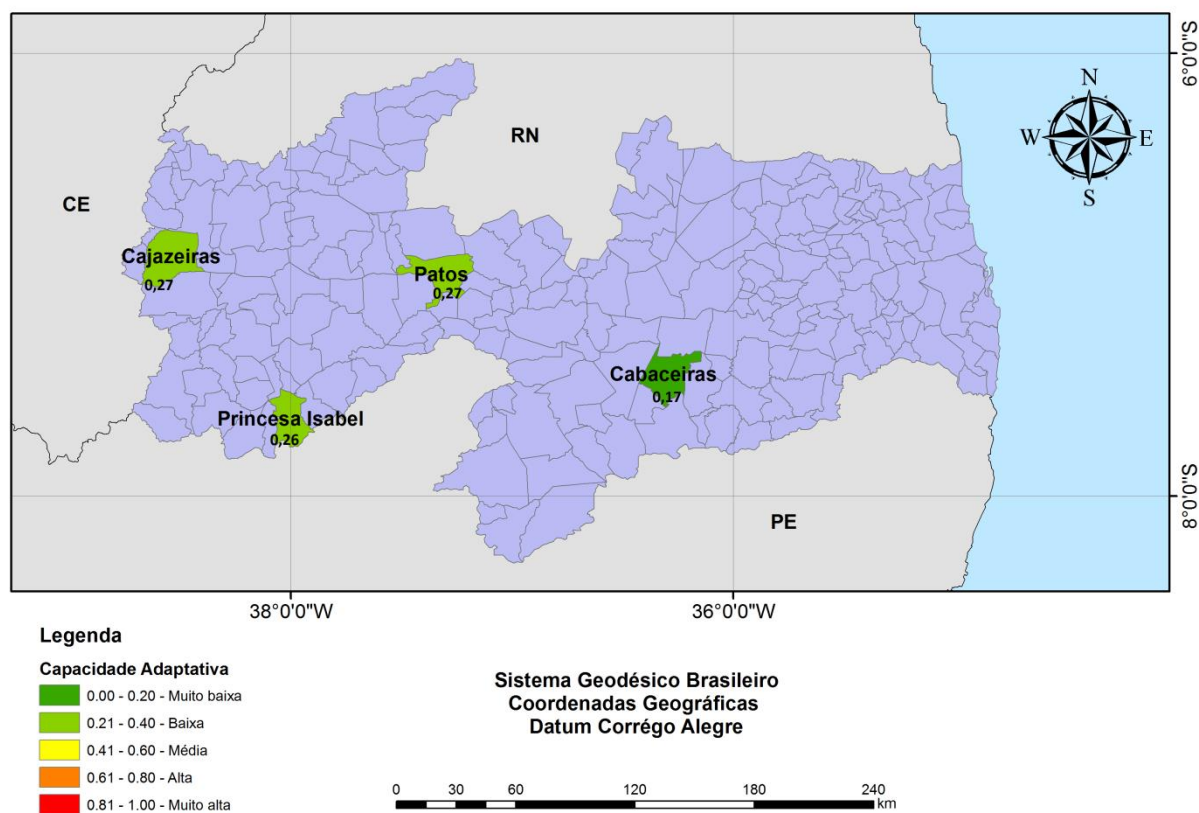
Gráfico 12: Capacidade adaptativa do município de Princesa Isabel



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Na Figura 9 estão mostrados os resultados para o indicador de Sensibilidade segundo a escala de cores adotada.

Figura 9 - Representação cartográfica da classificação do indicador de Capacidade Adaptativa dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba



Fonte: Autora, 2017.

5.4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DOS MUNICÍPIOS

Os resultados do Índice de Vulnerabilidade à seca foram obtidos por meio de uma média aritmética simples, conforme descrito na metodologia.

Assim, para melhor entendimento, é importante destacar que quanto maior for o número obtido nos indicadores de Exposição e Sensibilidade, os municípios encontram-se mais expostos e/ou mais sensíveis a 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 à seca, ou mesmo sofrendo danos eles serão menos severos do que nos municípios que apresentem um menor índice de Capacidade Adaptativa. Sendo assim, foram obtidos como resultados finais dos indicadores e do índice de vulnerabilidade os seguintes valores (Tabela 3).

Tabela 3- Indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa e Índice de vulnerabilidade dos municípios estudados

Município	Indicadores			Índice de Vulnerabilidade
	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa	
Cabaceiras	0,29	0,60	0,17	0,57
Cajazeiras	0,15	0,42	0,27	0,43
Patos	0,12	0,53	0,27	0,46
Princesa Isabel	0,20	0,59	0,26	0,51

Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Analisando os dados apresentados na Tabela 3, observa-se que os municípios estudados apresentaram diferentes valores para o Indicador de Exposição, sendo o município de Patos o menor. Nessas condições, se pode inferir que apesar de Patos apresentar o menor valor, se comparado aos demais municípios, não implica que o município não se configure com um cenário de risco iminente de desastre.

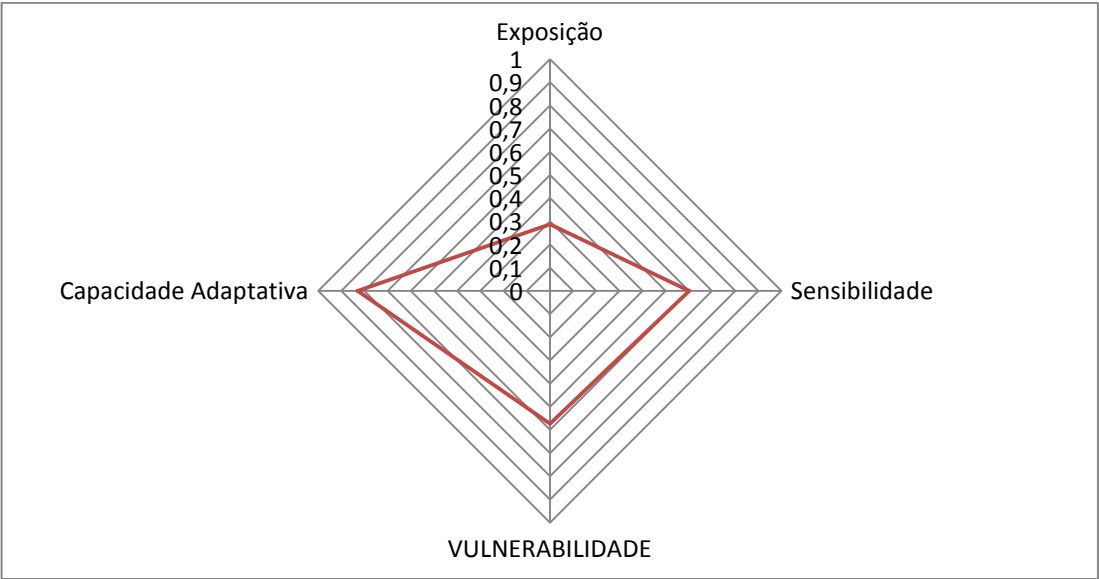
No que diz respeito à Sensibilidade, observa-se que o município de Cabaceiras apresentou um valor superior aos demais, se configurando como o município mais sensível.

Em síntese e avaliando de forma geral os Índices de vulnerabilidade à seca encontrados nos municípios estudados, observa-se que Cabaceiras é o município que se mostra mais vulnerável. Isso se deu pelo fato principalmente de apresentar a maior Exposição, Sensibilidade e a menor Capacidade adaptativa.

Essa constatação só vem reafirmar a importância da gestão integrada de riscos e desastres, e o incremento de políticas públicas que visem às medidas de prevenção de desastres associadas às secas principalmente nas regiões semiáridas.

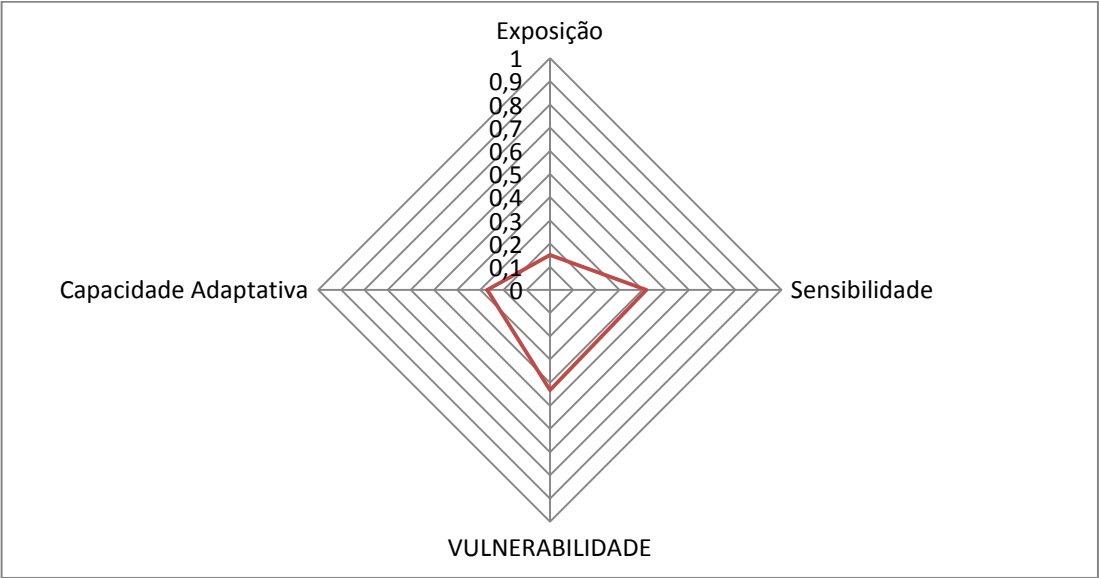
Os resultados comentados anteriormente podem ser melhor visualizados por meio dos Gráfico 13, 14, 15 e 16, que apresentam os respectivos valores do Índice de Vulnerabilidade a seca de cada município estudado.

Gráfico 13: Vulnerabilidade do município de Cabaceiras



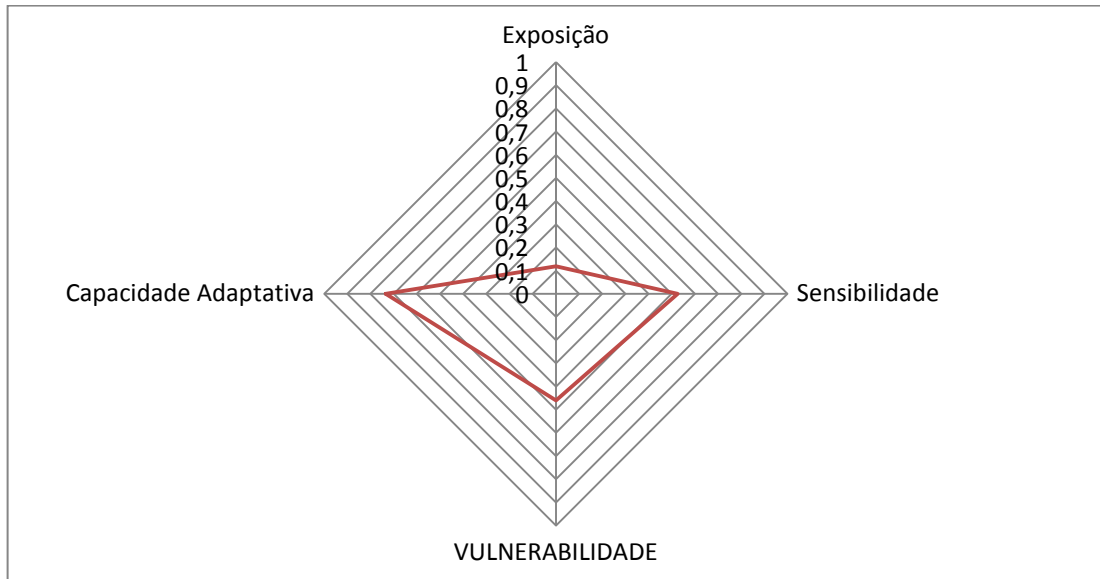
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 14: Vulnerabilidade do município de Cajazeiras



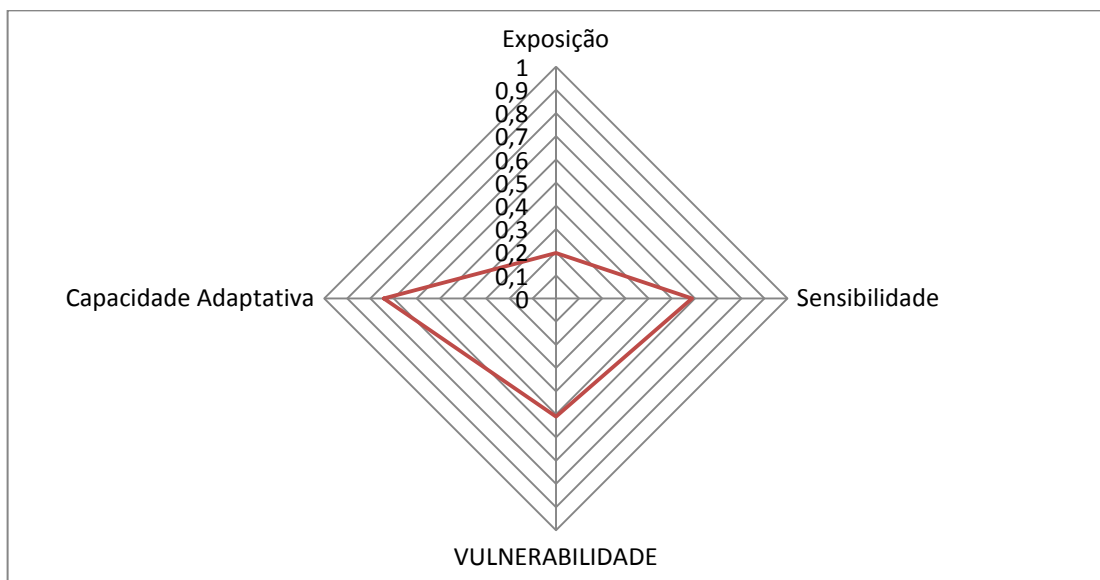
Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 15: Vulnerabilidade do município de Patos



Fonte: Elaboração da autora, 2016.

Gráfico 16: Vulnerabilidade do município de Princesa Isabel

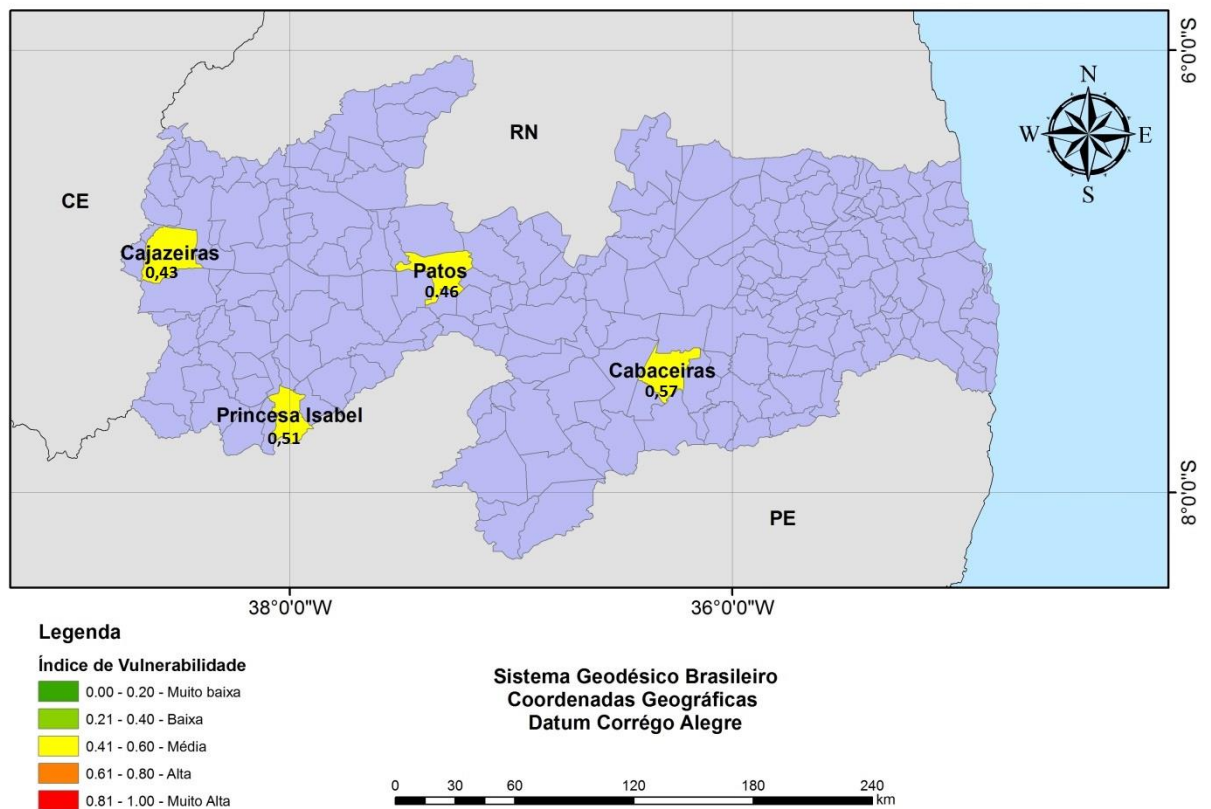


Fonte: Elaboração da autora, 2016.

5.5 CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL À SECA

A análise realizada por meio dos indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade adaptativa, resultou no Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca. Este, que de acordo com a classificação adotada (Quadro 3), resultou para os municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel vulnerabilidade média. A Figura 10 apresenta a classificação do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca para a região semiárida do estado da Paraíba dos quatro municípios estudados.

Figura 10 - Representação cartográfica da classificação do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca dos municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel no estado da Paraíba



Fonte: Autora, 2017.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES



Fonte: Internet

6. CONCLUSÕES

As análises realizadas neste estudo, por meio da comparação entre os municípios de Cabaceiras, Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel, no semiárido do estado da Paraíba, permitiram fazer inferências acerca da vulnerabilidade à seca, por meio do Índice de vulnerabilidade socioambiental e de seus indicadores de Exposição, Sensibilidade e Capacidade Adaptativa. Para isto foi utilizada a metodologia desenvolvida por Bhattacharya e Dass (2007), e adaptada do trabalho de Rosendo (2014), com as modificações realizadas neste trabalho.

O município de Cabaceiras foi o que resultou como o de maior índice de vulnerabilidade e Cajazeiras o menor, sendo os quatro municípios estudados classificados com Média vulnerabilidade.

Com relação aos indicadores que compõem o Índice de vulnerabilidade, o município que apresentou maior Exposição foi Cabaceiras, classificada como Baixa; e a menor exposição foi Patos, com classificação Muito Baixa. Cajazeiras e Princesa Isabel também foram classificados como Muito Baixa.

Para o indicador de Sensibilidade o município de Cabaceiras foi o mais sensível e Cajazeiras o menos sensível. Todos os municípios estudados foram classificados como de Média Sensibilidade.

O município de Cabaceiras apresentou a menor Capacidade adaptativa, classificado como Muito Baixa; os municípios de Cajazeiras e Patos apresentaram o mesmo valor e a maior Capacidade de adaptação. Cajazeiras, Patos e Princesa Isabel foram classificados como de Baixa Capacidade Adaptativa.

É pertinente destacar que o cenário da vulnerabilidade socioambiental às secas desses municípios pode passar por mudanças se forem realizadas ações preventivas e que favoreçam a convivência com a seca, permitindo que os mesmos se tornem menos vulneráveis e que possam ter, assim, uma economia produtiva e resiliente a esse fenômeno natural tão recorrente e cíclico.

Os resultados deste estudo podem ser utilizados como embasamento para melhor compreensão da seca na região semiárida do estado da Paraíba, visto que a desmembramento dos indicadores em sub-indicadores e variáveis permite conhecer qual área temática encontra-se mais afetada. Além do mais, faz-se necessário não só perpassar as fronteiras disciplinares,

mas, também, as das atividades setoriais e, assim, definir as diretrizes e as principais ações para a mitigação e a prevenção do fenômeno.

A partir dos resultados descritos, as informações podem ser consolidadas e integradas no sentido de auxiliar os tomadores de decisão de cada município para a elaboração de planos de maior efetividade para a convivência com o semiárido.

A partir da análise realizada, à luz da aplicação da metodologia do Índice de vulnerabilidade, e da espacialização dos resultados introduzida nesse trabalho, há a expectativa de que a pesquisa possa influir para a promoção de uma melhor compreensão da situação da vulnerabilidade ao fenômeno das secas, em uma visão regional, haja vista a fácil visualização que oportuniza a percepção das problemáticas com uma capacidade de interpretação mais ampla.

CAPÍTULO VII

RECOMENDAÇÕES



Fonte: Internet

7. RECOMENDAÇÕES

Com a aplicação do conjunto de indicadores de vulnerabilidade socioambiental à seca, observou-se que a metodologia adaptada de Rosendo (2014) é caracterizada como uma importante ferramenta de diagnóstico. Assim, para que possa ser aplicada aos demais municípios do semiárido brasileiro, de maneira sistemática, deve ser implementada em um sistema automático a partir de uma matriz de dados de variáveis que são utilizadas no cálculo do Índice de vulnerabilidade socioambiental à seca.

Há ainda muitos desafios no que concerne ao conhecimento de como melhorar a convivência com a seca no semiárido. Em relação às gestões municipais, nas quais a questão dos riscos e desastres decorrentes do fenômeno da seca constituem ainda as principais condições a serem superadas pelos futuros governos, é recomendada a divulgação de estudos e pesquisas como a apresentada nesse trabalho, se possível, de forma simplificada fazendo-se uso de cartilhas.

Deve ser recomendado aos órgãos públicos, como o IBGE, a disponibilização de dados relevantes para a pesquisa no semiárido, como a relatada nessa dissertação, em formato amigável para possibilitar os futuros trabalhos visando uma melhor convivência com a seca.

Ademais, recomendam-se estudos atemporais da vulnerabilidade à seca tanto para a região semiárida do estado da Paraíba como também para outras regiões semiáridas do mundo, no sentido de identificar se a vulnerabilidade à seca dessas áreas tem diminuído ou aumentado com o passar do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, V. G. **Historia y desastres en América Latina**. Santafé de Bogotá, Colômbia: Ciesas & Lared, 1996.

ACSELRAD, H. **Vulnerabilidade ambiental, processos e relações**. II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 2006.

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 268-281, 2006.
 AISSE, M. M. et. al. **Sustentabilidade Urbana e Gestão das Águas**. PPGTU – Seminário Internacional em Gestão Urbana. Position Paper III (2003). Disponível em <http://www.pucpr.br/educacao/academico/mestrado/mestrado_gestao/seminario>. Acesso em 25 jan 2016.

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 30 jul 2016.

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/indexVolumesAcudes.jsp> Acesso em 30 jul 2016.

AGUIAR, C. M. L. **Plantas Visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para Obtenção de Recursos Florais**. Neotropical Entomology, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2003.

ALLEN, R.G.et al. **An update for the calculation of reference evapotranspiration**. ICID Bulletin, v.43, n.2, p.35-91, 1994.

ALVES, H. P. da F.; TORRES, H. da G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 44-60, jan./mar. 2006.

ANGELOTTI, F. FERNANDES JÚNIOR, P. I. SÁ, I. B. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 4, n. 6, p. 1097-1111, 2011.

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 sing**

rainfall, yield and socioeconomic data. Applied Geography Volume 32, Issue 2, March 2012, Pages 324–334.

ARAÚJO FILHO, J. A.; BARBOSA, T. M. L. **Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões semiáridas.** Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 18p, Sobral – CE, 2000.

AUSTRALIAN DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND ENERGY . **A Survey of work on sustainability indicators.** 1995. Disponível em <http://www.dpie.gov.au/dpie/cpd/survey_a.html>. Acesso em 15 jan 2016.

BABAEI, H.; ARAGHINEJAD, S.; 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.

BHATTACHARYA, S.; DASS, A. **Vulnerability to drought, cyclones and floods in India.** Winrock International, India, September 2007.

BARROS, J. D. de S. et al. Percepção dos Agricultores de Cajazeiras na Paraíba, quanto ao uso da água de chuva para pins potáveis. **Holos**, ano 29, v. 2. 2013.

BRAGA, P. M.; FERREIRA, C. N. **Propostas de indicadores ambientais na gestão de recursos hídricos na comunidade de Ponta Grossa dos Fidalgos, Lagoa Feia – RJ: utilização do Modelo Força Motriz/Pressão-Situação-Impacto-Resposta.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 5 n. 2, p. 11-26, jul. / dez. 2011.

BRASIL. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro.** Brasília, DF, 2005.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena.** v. 5, n. 5, 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro.** Editores: Ricardo da Cunha Correia Lima, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante, Aldrin Martin Perez Marin. Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Campina Grande – PB, 2011.

CAVALCANTE, V. L. U. **A centralidade da cidade de Patos-PB:** Um estudo a partir de arranjos espaciais. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. 2008.

CAMPOS, J. N. B.; STUART, T. M. C. **Secas no Nordeste do Brasil:** origens, causas e soluções. In: Fourth Inter-American Dialogue on Water Management, 2001, Foz do Iguaçu. Anais do IV Diálogo Interamericano de. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. v. 01.

CAMPOS, J. N. B. **Vulnerabilidade do semiárido às secas, sob o ponto de vista dos recursos hídricos.** Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste. Projeto Áridas. 1994.

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidades hidrológicas do semiárido às secas. **Revista Planejamento e Políticas Públicas.** n.16, p. 261-298, 1997.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. . **Estudos Avançados.** V. 28, n. 82, Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados. São Paulo-SP, 2014.

CARDONA, O. D. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo:** elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. In: MASKREY, A. (Org.). Los desastres no son naturales. Bogotá, Colombia: La Red, 1993.

_____. 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 18 set 2016.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais.** Brasília, Ministério da Integração Nacional, 174p. 2003.

CASTRO, C. N. **A agricultura no Nordeste Brasileiro:** oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Texto para discussão/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro-RJ, 2012.

CAVALCANTI, E. R.; COUTINHO, S. F. S.; SELVA, V. S. F. Desertificação e desastres naturais na região do semi-árido brasileiro. **Revista Cadernos de Estudos Sociais.** v. 22, n. 1. jan./jun., 2006. Recife: Editora Massangana, 2007.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta a Desastres Naturais. **Relatório da situação atual da seca no Semiárido Brasileiro e Impactos. Boletim, de maio de 2016.** Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/secaeimpactos/boletim-mensal-monitoramento-impactos-seca-maio-2016.php>>. Acesso em 17 nov 2016.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**. V. 22, n. 63, Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados. São Paulo-SP, 2008.

COELHO, C.; SILVA, R.; TAVEIRA-PINTO, F. Metodologia de Análise de Vulnerabilidade para a Aplicação à Costa Oeste Portuguesa. In: ALMEIDA, A. B. de; **Gestão da água: incertezas e riscos, conceptualização operacional**. Editora Esfera do Caos Editores. 1ª Edição. Lisboa. Portugal. 2011.

CONFALONIERI, V. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the presente situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H. J and M.. T Tolmasquim. **Human Dimensions of Global Enviromental Change** – Brazilian Perspectives. Rio de janeiro: academia Brasileira de Ciências, 2011.

COUTINHO, M. J. F. et. al. A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**. v. 20, n.3, p 9-17, 2013.

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, S. de O. P. **Avaliação das perspectivas socioeconômicas e ambientais do açude grande na cidade de Cajazeiras/PB**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. 180p. 2010.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Cabaceiras, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

_____. Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Cajazeiras, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

_____. Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Patos, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

_____. Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Princesa Isabel, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUTTER, S.L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, Dez. 1996.

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. 2016.

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

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

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2009.

FAVERO, E. **A seca na vida das famílias de Frederico Westphalen-RS**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS, p. 136. 2006.

FILGUEIRA, H. J. A. **Os desastres relacionados com fenômenos naturais no contexto dos sistemas organizacionais**. In: GARCIA, J. P. M. (Org.). Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência. João Pessoa, PB: Editora Universitária da UFPB, p.53-64, 2013.

FRANCISCO, P. R. M. et al. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08, n. 04, p.1006-1016, 2015.

GALLOPIN, G. C. **Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity**. Global Environmental Change, v. 16, n.3, p. 293- 303, 2006.

GOMES, L. C. F.; SANTOS, C. A. C. dos; ALMEIDA, H. A. de. Balanço de Energia superfície para a Cidade de Patos-PB usando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 01, p.015-028. 2013.

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.

HOOGEVEEN, J.; TESLIUC, E.; VAKIS, R. **A Guide to the Analysis of Risk, Vulnerability and Vulnerable Groups**. Washington: Word Bank, 2005.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acessado 30 maio 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250370&search=paraiba|cajazeiras>> Acesso 25 ago 2016.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Expansão regional da cultura da soja no Brasil. Análises e Indicadores do Agronegócio**. v. 8, n. 7, julho. 2013.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **Plano diretor do INSA**. Campina Grande-PB; 2007. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br>> Acesso em 18 jan 2016.

IPCC. Intergovernmental Panel in Climate Change. **Climate Change: Impacts, adaptation and Vulnerability**. Genebra, Suíça, 2001.

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>> Acesso em 30 jun 2016.

IPEADATA. **Dados de gastos com programas sociais**. 2010c Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso em 30 jun 2016.

IPEADATA. **Dados de investimentos com educação e cultura, referentes ao dados do Censo 2010b** Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso em 30 jun 2016.

IPEADATA. **Dados do PIB municipal 2010, referentes aos dados do Censo 2010, 2010a**. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso em 30 jun 2016.

IPEADATA **Força de trabalho empregada na agricultura 2010d** Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso em 30 jun 2016.

JÚNIOR, A.P.M. **Indicadores ambientais e Recursos Hídricos: realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

_____. **Indicadores ambientais e Recursos Hídricos: realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

KOBIYAMA, M. et. al. **Papel da comunidade e da universidade no gerenciamento de desastres naturais**. Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, Florianópolis-SC, 2004.

LAVELL, A. Comunidades Urbanas, vulnerabilidade a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica. In: LAVELL, Allan (comp.) **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina**. Colombia: La Red/FLACSO, p. 69-82, 1994.

LIMA, J. P. R. **Nordeste do Brasil: revisitando as áreas dinâmicas em meio à estagnação**. Encontro da Sociedade Brasileiro de Economia Política, 10ª edição, Campinas-SP, 2004.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**. Brasília-DF, n.27, p. 149-176, 2008.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de mestrado. 1999.

MARZALL, K. ALMEIDA, J. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável**. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.17, n.1, p.41-59. Brasília, 2000.

MCCARTHY, J.J.; CANZIANI, O.F.; LEARY, N.A.; DOKKEN, D.J.; WHITE, K.S. (eds.), (2001), **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, x+1032 pp.

MELO, J. C. de. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. **Revista Raízes**, Ano XVIII, nº 20. 1999.

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. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.2, n.2, p. 128-206, 2008.

MELO, M. R. da S. et al. **Expansão do cultivo da soja (Glycine max (L.) Merrill) no Cerrado brasileiro, por meio de séries temporais de dados MODIS**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE, 2015.

MEDEIROS, S. de S. et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas** Instituto Nacional do Semiárido-INSA, Campina Grande-PB, 2011.

MOURA, L. H. M. **Cidade segura versus risco de desastres: um estudo de caso ambiental na cidade de João Pessoa, PB.** Relatório apresentado a Coordenação Geral de programas Acadêmico e de iniciação Científica. 2014.

MONTEIRO, T. A. **A cristalização socioespacial do município de Cabaceiras.** Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) da Universidade Estadual da Paraíba. 72p. 2011.

MONTEIRO, D. R. et al. **Levantamento pluviométrico do município de Patos-PB nos últimos 16 anos.** I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande – PB. 2014.

NUNES, L. A. P. L. et al. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semiárido nordestino. **Scientia Agrária**, v. 10, n1, p 43-49, Curitiba-PR, 2009.

OLIVEIRA, Maria Lucia Lippi. **O Brasil de JK, A invenção do nordeste.** CPDOC FGV. 2011. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/JK/artigos/Economia/Nordeste>>, Acessado em 20 jun 2016.

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

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, 114 p, 2011.

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, 112p. 2006.

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.

PATRICIO, M. da C. M.; FRANCISCO, P. R. M.; DANTAS, R. T. **Análise da degradação ambiental do município de Cabaceiras-PB.** XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, Fortaleza - CE, 2013.

PEREIRA, I. M. **Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistema de caatinga sob diferentes níveis de antropismo.** 2000.

PIRES, A. L. **Análise da vulnerabilidade ambiental de bacias hidrográficas do litoral sul paraibano**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba. 173p. 2015.

PNUD. Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013**. Disponível em <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso 20 ago.2016.

RAMALHO, M. F. de J. L. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. **Sociedade e Território**, Natal, v. 25, n. 2, EDIÇÃO ESPECIAL, p. 104-115, jul./dez. 2013.

REIS, C. Q. **Avaliação da sustentabilidade hídrica dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo – PB**. Dissertação (Mestrado) Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais. Universidade Federal de Campina Grande. p. 75. 2014.

ROSADO, C. A. D. E. **Ideologia e poder no agendamento do discurso polifônico da imprensa em relação a seca do Nordeste**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação de Estudos da Linguagem da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal - RN, p. 122. 2008.

ROSENDO, E. E. Q. **Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida brasileira**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. Universidade Federal da Paraíba. 137p. 2014.

ROSENDO, E. E. Q. et al. **Determination of drought vulnerability indexes in municipalities of the semiarid region of the Paraíba state, Brazil**. 36th IAHR World Congress. Hague: [s.n.]. 2015.

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

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.

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

SANTOS, E. et al. **A seca no Nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semiárido no distrito de Iguaçu/Canindé-CE.** Revista Geonorte, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.819 – 830, 2012.

SILVA, E. P. **Estudo da vulnerabilidade socioeconômico ambiental e os riscos a desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí, Paraíba:** um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola–Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande-PB, 2002.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Revista Sociedade e Estado**, Brasília-DF, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, 2003.

SILVA, R. M. A. da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido.** Tese de doutorado. Universidade de Brasília-UNB. Brasília-DF, 2006.

SILVA, R. M. A. da. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza-CE, v. 38, n. 3, p. 466-485, 2007.

SILVA, R. H.; SILVA, M. G. C. da. Turismo cultural e desenvolvimento em Cabaceiras. **Revista Eletrônica e Turismo Cultural**. v. 03, n. 2, p.1-27, 2009.

SILVA, V. M. de A. et al. O desastre seca no nordeste brasileiro. LABORE - Laboratório de Estudos Contemporâneos. **Polêmica**, v. 12, n.2, p. 284-293, abril/junho de 2013.

SILVA, D. D. E. et al. Identificação dos impactos ambientais negativos no Açude Padre Ibiapina no município de Princesa Isabel, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 9, n. 1, p. 326 - 332, jan-mar, 2014.

SOUSA, R. F. de. et al. Estudo do processo da desertificação e das vulnerabilidades do município de Cabaceiras–Paraíba. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 1, p. 089-102, jan/jun 2007.

SOUSA, R. F. de et al. Vulnerabilidades e impactos socioeconômicos e ambientais em municípios do Cariri Paraibano. **Engenharia Ambiental** – Espírito Santo do Pinhal, v.5, n. 3, p. 63-78, set/dez 2008.

SOUSA, E. B. de.; LLARENA, M. A. de A. A importância da educação ambiental no processo de construção e execução de projeto político pedagógico em escolas municipais de Princesa Isabel – PB. **Revista Principia**. Divulgação científica e tecnológica n. 26. 2015.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev.** v.38, p. 55-94, 1948.

TRAVASSOS, I. S, SOUZA, B. I. de. SILVA, A. B. da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. **OKARA: Geografia em debate**, v.7, n.1, p. 147-164, 2013.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 2009. **UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva, Switzerland: UNISDR, 30p, 2009.

VIEIRA, V. P. P. B. et al. **Á água e o Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA. Brasília-DF, 264p, 2000.

XAVIER FILHO, B. J.; HACKENHAAR, N. M.; ABREU, Y. V. **Matopiba - paradigmas energéticos da nova fronteira agrícola**. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. AGRENER GD 2015, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo-SP, 2015.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: MASKREY, A. (org.). **Los desastres non son naturales**. Bogotá, Colômbia: LARED, p. 27-44. 1993.

REFERÊNCIAS DAS IMAGENS UTILIZADAS NAS CAPAS DOS CAPÍTULOS

Capítulo I, (Introdução): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: < <http://paraibamix.com/2015/11/13/reservatorios-no-nordeste-caem-a-niveis-criticos/>>. Acesso 30 maio 2016.

Capítulo II, (Revisão de Literatura): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: < <http://www.ceped.ufsc.br/historico-de-secas-no-nordeste-do-brasil/>>. Acesso 10 jun 2016.

Capítulo III, (Caracterização da área de estudo): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/historico-de-secas-no-nordeste-do-brasil/>>. Acesso 20 jun 2016.

Capítulo IV, (Materiais e métodos): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/galeria-fotos/seca-no-nordeste/>>. Acesso 20 jun 2016.

Capítulo V, (Resultados e Discussões): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em < <http://noticias.band.uol.com.br/cidades/bahia/noticia/?id=100000579670>>. Acesso em 06 fev 2017.

Capítulo VI, (Conclusões): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em <<http://cidadeverde.com/noticias/167355/apos-crise-com-dilma-governo-anuncia-r-12-milhao-para-a-seca>>. Acesso em 06 fev 2017.

Capítulo VII, (Recomendações Finais): Imagem da internet, autor desconhecido. Disponível em <<http://www.agendaparaiba.com/cai-para-677-milhoes-de-metros-cubicos-dagua-a-reserva-nos-124-acudes-monitorados-pela-aesa-menos-de-18-da-capacidade-total/>>. Acesso em 06 fev 2017.

ANEXOS

ANEXO A - Descrição das tabelas utilizadas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

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 B - 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 + muarens)
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		Total em Litros
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		Total em Litros
	Cabeças	
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
Fêmeas Desmamada		multiplicado por 30,0
Bezerro Lactante (a pasto)		multiplicado por 11,0
Bezerro Lactante (bala até 60 dias)		multiplicado por 1,0
Total de água consumida pelos Bovinos (soma das colunas)		
AVES		Total em Litros
	Cabeças	
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		Total em Litros
	Cabeças	
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 ³ /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, 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.

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.

APÊNDICES

APÊNDICES A – Dados utilizados nos cálculos dos Indicadores de Exposição, Sensibilidade, Capacidade Adaptativa.

Indicador	Sub-indicadores	Variáveis	Valores para os cálculos (Cabaceiras)
Exposição	Exposição climática	1 <i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI):</i>	0,28
		2 <i>Índice de Aridez:</i>	0,32
	Exposição da população	3 <i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%):</i>	0,16
		4 <i>População Rural (%):</i>	0,56
	Exposição da atividade	5 <i>Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%):</i>	0,99
		6 <i>Lavouras permanentes (%):</i>	0,99
		7 <i>Lavouras temporárias (%):</i>	0,08
		8 <i>Pastagens naturais (%):</i>	0,62
		9 <i>Pastagem plantada degradada (%):</i>	0,00
		10 <i>Pastagem plantada em boas condições (%):</i>	0,99
		11 <i>Vulnerabilidade do tipo de Cultura:</i>	0,31
		12 <i>Vulnerabilidade do tipo de Rebanho:</i>	0,16
Sensibilidade	Características socioeconômicas	13 <i>Rendimento nominal médio per capita (R\$):</i>	0,29
		14 <i>Índice de Inequidade (Gini):</i>	0,46
		15 <i>Força de trabalho não ocupada (%):</i>	0,28
	Características tecnológicas	16 <i>Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):</i>	0,12
		17 <i>Porcentagem das famílias atendidas por poços (%):</i>	0,79
		18 <i>Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%):</i>	0,81
		19 <i>Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem ou para guarda de grãos (%):</i>	0,90
		20 <i>Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%):</i>	0,87
	Características da atividade	21 <i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%):</i>	0,99
		22 <i>Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%):</i>	0,80
Capacidade Adaptativa	Capacidade humana	23 <i>Taxa de alfabetização (%):</i>	0,83
		24 <i>População que recebe algum tipo de Benefício do MPS (%):</i>	0,26
		25 <i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal</i>	0,61
		26 <i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%):</i>	0,10
	Governabilidade	27 <i>População atendida por Programas Sociais no município (%):</i>	0,15
		28 <i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$)</i>	0,18
	Meios de vida	29 <i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%):</i>	0,84
		30 <i>Porcentagem de funcionários públicos (%):</i>	0,01

Indicador	Sub-indicadores	Variáveis		Valores para os cálculos (Cajazeiras)
Exposição	Exposição climática	1	<i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI):</i>	0,02
		2	<i>Índice de Aridez:</i>	0,57
	Exposição da população	3	<i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%):</i>	0,08
		4	<i>População Rural (%):</i>	0,19
	Exposição da atividade	5	<i>Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%):</i>	0,99
		6	<i>Lavouras permanentes (%):</i>	0,97
		7	<i>Lavouras temporárias (%):</i>	0,24
		8	<i>Pastagens naturais (%):</i>	0,59
		9	<i>Pastagem plantada degradada (%):</i>	0,02
		10	<i>Pastagem plantada em boas condições (%):</i>	0,95
		11	<i>Vulnerabilidade do tipo de Cultura;</i>	0,16
		12	<i>Vulnerabilidade do tipo de Rebanho;</i>	0,09
Sensibilidade	Características socioeconômicas	13	<i>Rendimento nominal médio per capita (R\$);</i>	0,00
		14	<i>Índice de Inequidade (Gini);</i>	0,56
		15	<i>Força de trabalho não ocupada (%);</i>	0,28
	Características tecnológicas	16	<i>Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):</i>	0,47
		17	<i>Porcentagem das famílias atendidas por poços (%):</i>	0,97
		18	<i>Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%):</i>	0,98
		19	<i>Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem ou para guarda de grãos (%):</i>	0,87
		20	<i>Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%):</i>	0,62
	Características da atividade	21	<i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%):</i>	0,99
		22	<i>Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%):</i>	0,68
Capacidade Adaptativa	Capacidade humana	23	<i>Taxa de alfabetização (%);</i>	0,81
		24	<i>População que recebe algum tipo de Benefício do MPS (%);</i>	0,31
		25	<i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal</i>	0,68
		26	<i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%)</i>	0,03
	Governabilidade	27	<i>População atendida por Programas Sociais no município (%)</i>	0,17
		28	<i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$)</i>	1,00
	Meios de vida	29	<i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%)</i>	0,92
		30	<i>Porcentagem de funcionários públicos (%)</i>	0,03

Indicador	Sub-indicadores	Variáveis		Valores para os cálculos (Patos)
Exposição	Exposição climática	1	<i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI):</i>	0,25
		2	<i>Índice de Aridez:</i>	0,35
	Exposição da população	3	<i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%):</i>	0,01
		4	<i>População Rural (%):</i>	0,03
	Exposição da atividade	5	<i>Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%):</i>	0,99
		6	<i>Lavouras permanentes (%):</i>	1,00
		7	<i>Lavouras temporárias (%):</i>	0,11
		8	<i>Pastagens naturais (%):</i>	0,57
		9	<i>Pastagem plantada degradada (%):</i>	0,01
		10	<i>Pastagem plantada em boas condições (%):</i>	0,99
		11	<i>Vulnerabilidade do tipo de Cultura;</i>	0,32
		12	<i>Vulnerabilidade do tipo de Rebanho;</i>	0,10
Sensibilidade	Características socioeconômicas	13	<i>Rendimento nominal médio per capita (R\$);</i>	0,00
		14	<i>Índice de Inequidade (Gini);</i>	0,56
		15	<i>Força de trabalho não ocupada (%);</i>	0,30
	Características tecnológicas	16	<i>Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):</i>	0,50
		17	<i>Porcentagem das famílias atendidas por poços (%):</i>	0,99
		18	<i>Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%):</i>	0,99
		19	<i>Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem ou para guarda de grãos (%):</i>	0,89
		20	<i>Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%):</i>	0,64
	Características da atividade	21	<i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%):</i>	0,92
		22	<i>Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%):</i>	0,92
Capacidade Adaptativa	Capacidade humana	23	<i>Taxa de alfabetização (%):</i>	0,81
		24	<i>População que recebe algum tipo de Benefício do MPS (%):</i>	0,26
		25	<i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal</i>	0,70
		26	<i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%):</i>	0,03
	Governabilidade	27	<i>População atendida por Programas Sociais no município (%):</i>	0,16
		28	<i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$)</i>	1,00
	Meios de vida	29	<i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%):</i>	0,99
		30	<i>Porcentagem de funcionários públicos (%):</i>	0,03

Indicador	Sub-indicadores	Variáveis		Valores para os cálculos (Princesa Isabel)
Exposição	Exposição climática	1	<i>Índice de Anomalia de Chuva (RAI):</i>	0,10
		2	<i>Índice de Aridez:</i>	0,52
	Exposição da população	3	<i>Força de trabalho que depende da agropecuária (%):</i>	0,04
		4	<i>População Rural (%):</i>	0,32
	Exposição da atividade	5	<i>Estabelecimentos agropecuários que utilizam agricultura irrigada (%):</i>	1,00
		6	<i>Lavouras permanentes (%):</i>	1,00
		7	<i>Lavouras temporárias (%):</i>	0,50
		8	<i>Pastagens naturais (%):</i>	0,89
		9	<i>Pastagem plantada degradada (%):</i>	0,01
		10	<i>Pastagem plantada em boas condições (%):</i>	0,90
		11	<i>Vulnerabilidade do tipo de Cultura;</i>	0,26
		12	<i>Vulnerabilidade do tipo de Rebanho;</i>	0,08
Sensibilidade	Características socioeconômicas	13	<i>Rendimento nominal médio per capita (R\$):</i>	0,00
		14	<i>Índice de Inequidade (Gini):</i>	0,48
		15	<i>Força de trabalho não ocupada (%):</i>	0,28
	Características tecnológicas	16	<i>Volume de água atingindo nos reservatórios ao fim do Quadrimestre chuvoso, no ano de referência (%):</i>	0,30
		17	<i>Porcentagem das famílias atendidas por poços (%):</i>	1,00
		18	<i>Porcentagem das famílias atendidas por cisternas (%):</i>	0,93
		19	<i>Porcentagem das propriedades rurais que utilizam de silagem para forragem ou para guarda de grãos (%):</i>	0,92
		20	<i>Propriedades que utilizam defensivos agrícolas (%):</i>	0,80
	Características da atividade	21	<i>Propriedades que usam mecanização agrícola (%):</i>	1,00
		22	<i>Áreas agrícolas degradadas ou inapropriadas para pecuária e agricultura (%):</i>	0,44
Capacidade Adaptativa	Capacidade humana	23	<i>Taxa de alfabetização (%):</i>	0,76
		24	<i>População que recebe algum tipo de Benefício do MPS (%):</i>	0,23
		25	<i>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal</i>	0,61
		26	<i>Porcentagem do PIB investido em Educação e Cultura (%)</i>	0,08
	Governabilidade	27	<i>População atendida por Programas Sociais no município (%)</i>	0,14
		28	<i>Produto Interno Bruto Municipal per capita (R\$)</i>	0,73
	Meios de vida	29	<i>Força de trabalho que independe da agropecuária (%)</i>	0,96
		30	<i>Porcentagem de funcionários públicos (%)</i>	0,03