



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA-UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA-CCEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE MESTRADO

CICERA CELIANE JANUÁRIO DA SILVA

**Vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a seca e a
estiagem no estado do Ceará**

JOÃO PESSOA-PB

2023

CICERA CELIANE JANUÁRIO DA SILVA

**Vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a seca e a
estiagem no estado do Ceará**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, como requisito para obtenção do título de Mestra em Geografia.

Área de concentração: Trabalho, Território e Ambiente.

Linha de pesquisa: Gestão do Território e Análise Geoambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Camila Cunico

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Daisy Beserra Lucena

JOÃO PESSOA-PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586v Silva, Cicera Celiane Januário da.

Vulnerabilidade socioambiental e suscetibilidade a
seca e a estiagem no estado do Ceará / Cicera Celiane
Januário da Silva. - João Pessoa, 2023.

81 f. : il.

Orientação: Camila Cunico.

Coorientação: Daisy Beserra Lucena.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Geografia social. 2. Vulnerabilidade social. 3.
Eventos climáticos - Municípios cearenses. 4. Semiárido
brasileiro - Ceará. I. Cunico, Camila. II. Lucena,
Daisy Beserra. III. Título.

UFPB/BC

CDU 911.3:30(043)

“VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE A SECA E A ESTIAGEM NO ESTADO DO CEARÁ”

Por

Cicera Celiane Januário da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do CCEN – UFPB, como requisito total para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Território, Trabalho e Ambiente.
Aprovado por:

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a **Camila Cunico**
Orientadora



Prof.^a Dr.^a **Daisy Beserra Lucena**
Coorientadora



Prof.^a Dr.^a **Juliana Maria Oliveira Silva**
Examinadora externa



Prof. Dr. **Rafael Albuquerque Xavier**
Examinador interno

JOÃO PESSOA-PB

2023

Dedico este trabalho a todas as famílias cearenses que se encontram em situação de vulnerabilidade e que passam por dificuldades no enfrentamento dos períodos de seca e estiagem.

AGRADECIMENTOS

O período de duração de um curso de mestrado certamente é árduo, cheio de altos e baixos, atividades desconhecidas e que, muitas das vezes, precisamos de um suporte de outras pessoas, e gostaria de agradecer aqui àquelas que estiveram dispostas e presentes durante esse percurso.

Agradecer à prof.^a Dr.^a Camila Cunico, pessoa que sempre estendeu a mão para me ajudar em todos os momentos que precisei, desde aqueles que eu tinha “medo” de fazer perguntas, aos que eu tinha “vergonha” de perguntar. Uma orientadora que sempre será referência no que diz respeito a cuidado, atenção, disposição, organização e entre muitas outras qualidades em prol dos seus orientandos. Obrigada pelos laços criados e pelo bem-estar mental de ser sua aluna/orientanda.

À prof.^a Dr.^a Daisy, pessoa linda, de energia sem igual. Costumo dizer aos meus colegas que tive MUITA sorte em tê-la como minha coorientadora, muito compreensiva, disposta a ensinar as coisas técnicas que me inquietavam, mas que ainda assim ela conseguia fazer de um jeito que me deixava tranquila. Muito obrigada mesmo!

Agradecer à banca avaliadora composta pela prof.^a Dr.^a Juliana Maria Oliveira Silva e pelo prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier, pelas valiosas contribuições e valorização da pesquisa científica. Seus conhecimentos acerca da temática me ajudaram a concretizar uma melhor versão da pesquisa.

Ao GEOFISA, pela oportunidade de fazer parte do grupo de estudo e conhecer pessoas que fizeram parte da minha pesquisa e pela troca de conhecimentos. Estendo já meus agradecimentos a Dennis Alexandre, integrante do GEOFISA que me ajudou muito a avançar na pesquisa, me dando suporte em todo o processo de tabulação dos dados a qualquer hora que fosse. Obrigada pela paciência e atenção.

À minha amiga Tatiana dos Santos, pela confiança criada tão rapidamente. A gente se identifica demais! Isso é o mais importante. Mas gostaria de dizer que sou muito agradecida pelo suporte dado no material cartográfico, ajudou muito!

À Denildo Alves, meu companheiro de guerra e calma diária, você foi importantíssimo em todo esse processo, estando ali nos momentos mais difíceis e também nos momentos de minhas comemorações.

À minha mãe Zélia, minhas irmãs, Selma, Aninha, Cristiane e Francineide, que viram mesmo de longe as lutas dos longos meses do mestrado, os apereios diante dos prazos. Obrigada por entenderem minha ausência durante certos períodos!

À Gabriella Albuquerque, Josielly Gonçalves, Agriane Caldeira e Katiana Lourenço, pois estávamos na mesma sintonia e período acadêmico, então, conversas e apoio é o que não faltava. Acompanhamos de “perto” o processo uma da outra.

À Anderson Vitor e Thays Amanda, por tantas longas conversas trocadas, revisão de texto e contemplação dos trabalhos uns dos outros. Sugestões ali, acolá, “está bom”, “não está bom”, “é melhor não” e por aí vai!

À Vinicius Luna, Mirelle Oliveira, Joyce Ferreira, amigos de longas histórias desde a graduação e que mesmo distantes, não soltamos a mão um do outro quando precisamos tirar dúvidas, tirar um tempo para ensinar algo. Contem comigo!

Às minhas amigas Ana Araújo e Tereza Dávila, que acompanham minha trajetória de vida desde o ensino médio em 2012. Obrigada por fazerem parte de mais uma etapa significativa na minha vida.

Agradecer à Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de aquisição de muitos conhecimentos ofertados por meio de um grupo de professores qualificados.

E por fim, agradecer o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) no último ano.

RESUMO

Para compreender as dinâmicas e transformações que ocorrem na sociedade e para um planejamento de tomada de decisões no âmbito social e ambiental, os estudos acerca da vulnerabilidade socioambiental são fundamentais. O recorte espacial da pesquisa é o estado do Ceará, considerando a vivência com a seca nessa região, além da frequente ocorrência de secas e estiagens que assolam os municípios cearenses, combinada ao fato de que seu território está inserido quase que por completo no semiárido brasileiro. Dentro dessa perspectiva, o objetivo da pesquisa é analisar os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental do estado do Ceará considerando o cenário de suscetibilidade a seca e a estiagem. Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em três etapas: (I) Identificação da vulnerabilidade social; (II) Identificação dos municípios suscetíveis a seca e estiagem; (III) Mapeamento da vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagens. Para a etapa de identificação da vulnerabilidade social foram consideradas três dimensões que retratam as condições de infraestrutura, da renda e a situação social do Ceará. Essas dimensões são compostas por variáveis que foram extraídas do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA com base no censo do ano de 2010. Para a suscetibilidade foi feita análise dos Dias Secos Consecutivos (DSC) para um recorte temporal de 32 anos (1990 a 2021) e os dados de chuva diária utilizados são disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). No cenário de vulnerabilidade social, o estado do Ceará encontra-se com 84% dos municípios inseridos em condições de vulnerabilidade social não desejáveis, ou seja, elevado grau de vulnerabilidade na classe *alta* e muito *alta*. A dimensão de renda foi o fator de maior peso comparando com as demais dimensões, pois no Ceará 98% dos municípios estão com condições de renda não desejáveis. Quanto à suscetibilidade, o Ceará apresenta um elevado número de municípios suscetíveis a seca e estiagens, com base nos DSC. Sobrepondo os cenários de vulnerabilidade social e suscetibilidade a seca e estiagem, foi possível identificar aqueles municípios que apresentam maior grau de vulnerabilidade socioambiental. Constatou-se que 44% do estado encontra-se em um grau de vulnerabilidade socioambiental *alto*, e ainda 14% em um grau *muito alto*. Dessa forma, com a realização da pesquisa foi possível reforçar e identificar aqueles municípios que mais precisam de atenção do Poder Público, evidenciando também a necessidade de transformações estruturais e ações que visem a redução dos danos e mais alternativas de convivência com a seca.

Palavras-chave: Vulnerabilidade social; Eventos climáticos; Semiárido; Dias Secos Consecutivos.

ABSTRACT

To understand the dynamics and transformations that occur in society and for the purpose of social and environmental decision-making, studies on socio-environmental vulnerability are essential. The spatial focus of this research is the state of Ceará, considering the experience of drought in this region, which is my place of birth, along with the frequent occurrence of droughts and dry spells that affect the municipalities of Ceará, combined with the fact that its territory is mostly located in the Brazilian semiarid region. Within this perspective, the objective of the research is to analyze the different degrees of socio-environmental vulnerability in the state of Ceará, considering the scenario of susceptibility to drought and dry spells. To achieve the proposed objectives, the work has been divided into three stages: (I) Identification of social vulnerability; (II) Identification of municipalities susceptible to drought and dry spells; (III) Mapping of socio-environmental vulnerability to drought and dry spells. For the stage of identifying social vulnerability, three dimensions were considered that reflect the conditions of infrastructure, income, and social situation in Ceará. These dimensions consist of variables extracted from the IBGE Automatic Recovery System - SIDRA based on the 2010 census data. Susceptibility analysis was carried out based on the Consecutive Dry Days (CDD) for a temporal period of 32 years (1990 to 2021), using daily rainfall data provided by the Cearense Foundation for Meteorology and Water Resources (FUNCEME). In the context of social vulnerability, the state of Ceará has 84% of its municipalities classified as being in undesirable social vulnerability conditions, meaning they have a high degree of vulnerability in the high and very high categories. The income dimension was the most significant factor compared to the other dimensions, as 98% of municipalities in Ceará have undesirable income conditions. Regarding susceptibility, Ceará has a high number of municipalities susceptible to drought and dry spells based on the CDD analysis. By overlapping the scenarios of social vulnerability and susceptibility to drought and dry spells, it was possible to identify the municipalities with the highest degree of socio-environmental vulnerability. It was found that 44% of the state is in a high degree of socio-environmental vulnerability, and an additional 14% is in a very high degree. Thus, through this research, it was possible to reinforce and identify the municipalities that require the most attention from the government, highlighting the need for structural transformations and actions aimed at reducing damages and providing more alternatives for living with drought.

Keywords: Social vulnerability; Climatic events; Semiarid; Consecutive Dry Days.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização do estado do Ceará	15
Figura 2: Mapa do monitoramento da seca de maio de 2023.....	26
Figura 3: Fluxograma do percurso metodológico.....	31
Figura 4: Fluxograma metodológico da vulnerabilidade social	32
Figura 5: Distribuição dos municípios do estado do Ceará	40
Figura 6: Recorte do semiárido brasileiro	43
Figura 7: Síntese da dimensão de Infraestrutura por município no estado do Ceará	51
Figura 8: Síntese da dimensão de Renda por município no estado do Ceará.....	55
Figura 9: Síntese da dimensão de Situação Social por município no estado do Ceará	58
Figura 10: Vulnerabilidade social do estado do Ceará.....	61
Figura 11: Suscetibilidade a seca e a estiagem no estado do Ceará.....	66
Figura 12: Vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem por município no estado do Ceará.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atribuição dos pesos para os indicadores de vulnerabilidade social.....	36
Quadro 2: Regiões geográficas intermediárias do estado do Ceará	39
Quadro 3: Identificação dos municípios do estado do Ceará	41
Quadro 4: Municípios com grau de suscetibilidade muito alta no Ceará.....	65

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina

CEPED UFSC – Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CRAJUBAR – Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha

DPP – Domicílios Particulares Permanentes

DSC – Dias Secos Consecutivos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GEOFISA – Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmica Socioambientais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

NE – Nordeste

OPAS – Organização Pan-americana da Saúde

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas Rurais

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 Introdução	13
2 Objetivos.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 Fundamentação Teórica.....	17
3.1 Vulnerabilidade social: uma abordagem geográfica.....	17
3.2 Vulnerabilidade socioambiental: dimensão social e ambiental.....	19
3.3 Risco de dastres no contexto das secas e estiagens	23
4 Procedimentos Metodológicos	31
4.1 Dimensões, técnicas espacialização da vulnerabilidade social	31
4.1.1 Dimensão de infraestrutura	33
4.1.2 Dimensão de renda	33
4.1.3 Dimensão de situação social	34
4.1.4 Procedimentos técnicos	35
4.2 Dias Secos Consecutivos (DSC): procedimentos para identificação dos municípios suscetíveis a seca e estiagem.....	37
4.3 Espacialização da vulnerabilidade socioambiental	38
5 Ceará e seus aspectos físico-naturais	39
5.1 Aspectos geoambientais do estado do Ceará.....	42
5.1.2 Geologia e Geomorfologia.....	43
5.1.3 Solos e Vegetação	44
5.1.4 Clima e Hidrografia.....	47
6 Resultados e discussão.....	50
6.1 Cenário de vulnerabilidade social do estado do Ceará	50
6.1.2 Síntese da dimensão de infraestrutura	50
6.1.3 Síntese da dimensão de Renda	53
6.1.4 Síntese da dimensão de Situação Social	57
6.1.5 Vulnerabilidade social do estado do Ceará	60
6.2 Dias Secos Consecutivos (DSC): municípios suscetíveis a seca e estiagem.....	64
6.3 Mapeamento da vulnerabilidade socioambiental do estado do Ceará.....	70
7 Considerações Finais.....	74
Referências	75

1 Introdução

A compreensão das mudanças que ocorrem na sociedade e na natureza é fundamental para tomada de decisões assertivas em questões sociais e ambientais. Nesse sentido, os estudos sobre vulnerabilidade socioambiental têm se mostrado cada vez mais relevantes, uma vez que a abordagem da vulnerabilidade socioambiental considera tanto as dimensões sociais quanto ambientais, buscando compreender como elas se interconectam. Compreendendo isso, é possível por meio de políticas públicas investir em meios que reduzam os impactos negativos decorrentes de eventos adversos.

O conceito de vulnerabilidade é amplamente utilizado em diversas áreas da ciência e, por conta disso, possui diferentes definições, o que o torna um conceito polissêmico. Neste estudo, a ideia de vulnerabilidade está relacionada às chances de as populações sofrerem consequências negativas de um fenômeno geográfico, como os climáticos de secas e estiagens, que são o objetivo central da pesquisa.

Para entender os elementos que impactam nessa probabilidade, é fundamental considerar o contexto socioeconômico em que as pessoas estão inseridas, avaliando aspectos como infraestrutura, renda e condições sociais. Esses aspectos somados as características físico-naturais de sua localização geográfica, é o que tornam certas áreas mais vulneráveis do que outras. Como salienta Cutter (1996, p. 533) “a vulnerabilidade é concebida tanto como um risco biofísico quanto como uma resposta social, mas dentro de uma área ou domínio geográfico específico” (tradução nossa)¹.

Se tratando das secas e estiagens, segundo Alpino, Freitas e Costa (2014) episódios de seca são cada vez mais recorrentes no mundo, vários são os países como Estados Unidos, Canadá, Brasil e países do continente africano que passam por períodos de seca e estiagem. Ainda destacam que mesmo que o número de mortes não seja significativo quanto o número de afetados pela seca globalmente, muitos são os impactos na vida e saúde das populações.

O Brasil enfrenta a problemática das secas em todo o seu território, mas é na região Nordeste onde esses eventos se manifestam com maior recorrência e intensidade, afetando a produção agrícola e o abastecimento de água, gerando impactos bastante acentuados à população. As secas costumam decorrer de um índice de disponibilidade de água naturalmente abaixo da média, devido à variabilidade climática, resultando em taxas de precipitação baixas e taxas de evaporação altas (MAGALHÃES, 2016).

¹ No original: “*vulnerability is conceived as both a biophysical risk as well as a social response, but within a specific area or geographic domain*” (CUTTER, 1996, p.533)

Entre os estados da região Nordeste que enfrenta problemas decorrentes em relação a secas e estiagens está o estado do Ceará. Ao longo do período de 1991 a 2012, conforme dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), o Ceará registrou um total de 1.710 ocorrências de estiagem e seca. Segundo informações do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais - Volume Ceará (2013), durante esses vinte e dois anos, todos os 184 municípios do estado, com exceção do município de Eusébio, localizado na região intermediária de Fortaleza, registraram ocorrências relacionadas a esses eventos.

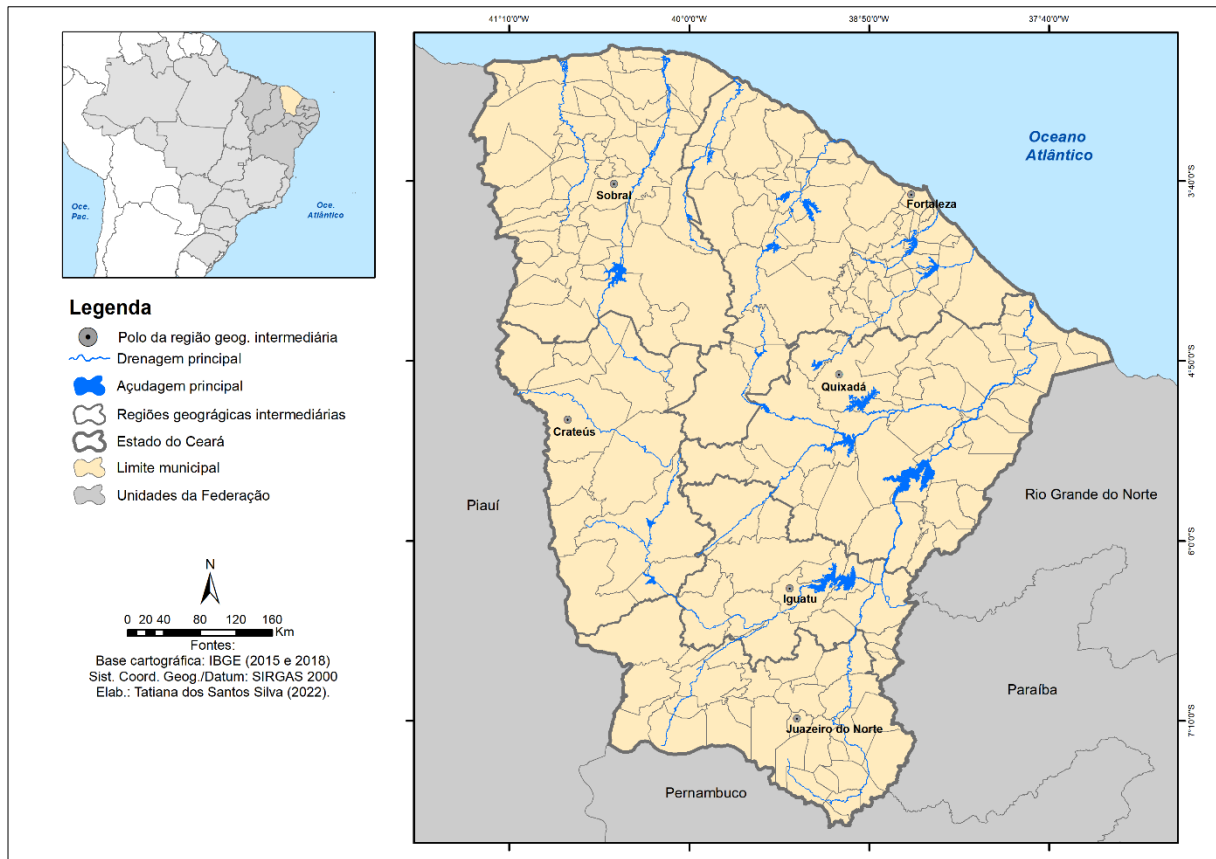
No âmbito desta pesquisa, o foco está voltado para a questão da vulnerabilidade socioambiental e a suscetibilidade aos eventos de secas e estiagens, visto que é uma problemática que afeta consideravelmente os estados do Nordeste brasileiro. Reforçando essa informação, estudos conduzidos por Moura *et al.* (2016) demonstraram que na região Nordeste os desastres registrados estão predominantemente associados a eventos climáticos, principalmente secas e estiagens.

Para focar na temática em análise, escolheu-se o estado do Ceará como recorte espacial, considerando a vivência com a seca nessa região, que representa meu local de nascimento. Além disso, a frequente ocorrência de secas e estiagens que assolam os municípios cearenses, combinada ao fato de que 95% do território está inserido no semiárido brasileiro (IPECE, 2021) reforçaram essa escolha. Dessa forma, o principal objetivo da pesquisa é analisar os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental no estado do Ceará considerando o cenário de suscetibilidade a seca e a estiagem.

O estado do Ceará (Figura 1), está localizado na região Nordeste do Brasil, fazendo limite a leste com os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, a sul com Pernambuco, a oeste com Piauí e a norte com o Oceano Atlântico.

A realização desta pesquisa traz um detalhamento de informações sobre vulnerabilidade social e a suscetibilidade a seca e estiagem para o estado do Ceará e podem ser analisadas de maneira isolada ou até mesmo conjunta, podendo assim subsidiar outras pesquisas e contribuir como apoio para tomada de decisões quanto à gestão socioambiental dos territórios associados a deflagração de desastres.

Figura 1: Localização do estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

Diante deste cenário, foram feitos os seguintes questionamentos: Qual o perfil socioeconômico da população que vive nos municípios do estado do Ceará? Quais municípios estão mais vulneráveis a seca e estiagem? O que torna um município mais vulnerável que o outro?

Considerando esses pontos, é fundamental compreender a temática da vulnerabilidade socioambiental, uma vez que determinadas populações com recursos limitados enfrentam maior exposição aos riscos e encontram maiores dificuldades para lidar com os desastres. Portanto, é de extrema importância analisar os fatores limitantes que influenciam a realidade dos municípios em relação a vulnerabilidade socioambiental.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral:

Analisar os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental no estado do Ceará considerando o cenário de suscetibilidade a seca e estiagem.

2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar o perfil da população submetida aos diferentes graus de vulnerabilidade social, a partir das dimensões de infraestrutura, renda e situação social;
- Avaliar a suscetibilidade a seca e estiagem no estado, correlacionando com os fatores físico-naturais; e
- Reconhecer as dimensões que contribuem para a vulnerabilidade socioambiental da sociedade cearense.

3 Fundamentação Teórica

3.1 Vulnerabilidade social: uma abordagem geográfica

A vulnerabilidade, interpretada sob o aspecto de eixo teórico, possibilita a compreensão analítica das condições sociais em que a população está submetida, bem como das condições ambientais presentes no espaço geográfico. Partindo da forma como o ser humano se organiza e ocupa o espaço, entende-se que a situação de vulnerabilidade está posta nas diversas realidades, sendo que as características naturais, as condições sociais e econômicas constituem-se elementos variáveis que influenciam na maior ou menor condição de vulnerabilidade.

Deschamps (2004) diz que na Geografia, o termo vulnerabilidade está diretamente atrelado às probabilidades de ser afetado negativamente por um fenômeno geográfico e/ou climático. Assim, as áreas e populações vulneráveis são aquelas que podem ser atingidas por algum evento geográfico, como terremoto, enchente, enxurrada, seca e outros. Por sua estrutura geomorfológica ou por sua localização geográfica, determinadas áreas são mais propensas a experimentar tais eventos, ou seja, são áreas mais vulneráveis.

A vulnerabilidade é a condição da sociedade frente às características do ambiente, reflexo da interação de múltiplas variáveis (renda, habitação, educação, etc.) que a mantém mais ou menos vulnerável. Zanella *et al.* (2013) acrescenta ao afirmar que

As condições culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais, sociais e de saúde vão tornar as pessoas e os grupos sociais mais ou menos vulneráveis, ou seja, refletem na capacidade de enfrentar, superar ou minimizar as dificuldades e aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar (ZANELLA *et al.*, 2013, p. 320).

Dessa forma, o conceito de vulnerabilidade, pode ser expresso a partir de parâmetros socioeconômicos e demográficos, ou seja, componentes sociais, bem como parâmetros ambientais. De acordo com Hogan e Marandola Jr. (2006), em todas as escalas, os riscos ambientais e a vulnerabilidade de ecossistemas ou das pessoas em relação às dinâmicas e consequências ambientais, promovem a vulnerabilidade social. Assim, a vulnerabilidade ambiental do território, enquanto categoria de análise geográfica pode ser entendida a partir da relação que existe entre os aspectos e condições do meio ambiente e a vulnerabilidade social e demográfica da população que está neste contexto localizada.

Janczura (2012) complementa ao afirmar que:

A ausência de recursos materiais alimentará outras fragilidades: baixa escolarização, condições precárias de saúde e de nutrição, moradias precárias em locais ambientalmente degradados e condições sanitárias inadequadas (necessidades insatisfeitas). Famílias e pessoas em tais condições de vida disporão de um repertório mais reduzido para enfrentar as adversidades (JANCZURA, 2012, p. 304).

Na concepção de Wisner *et al.* (2003, p.11) entendem a vulnerabilidade como:

As características de uma pessoa ou grupo em termos das suas capacidades de antecipar, lidar, resistir e recuperar do impacto de uma ameaça natural. Envolve a combinação de fatores que determinam o grau em que é posto em risco a vida de alguém por um evento discreto e identificável que ocorre na natureza ou na sociedade (WISNER *et al.* 2003, p.11).

Assim, a vulnerabilidade social está diretamente relacionada com grupos vulneráveis, grupos com estrutura socioeconômica precária, como pobreza, desigualdade, exclusão social, que podem levar a situações de maior vulnerabilidade, isto é, populações que, por determinadas contingências, são menos propensas a uma resposta positiva quando da ocorrência de algum evento adverso (SOUZA; ZANELLA, 2009).

As condições que determinados grupos vulneráveis se encontram são resultado de um processo de desenvolvimento desigual da economia que sofre a influência de diferentes fatores econômicos e políticos e produz profundas desigualdades que podem se acentuar em virtude das divisões regionais, étnicas, de classe e gênero, conduzindo certos grupos sociais a condições de vida altamente vulneráveis (MEDEIROS; BARBOSA, 2016).

Em consonância com a ideia acima, Cutter e Finch (2008) no artigo *“Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards”* abordam a ideia de vulnerabilidade sob o aspecto da sensibilidade de uma população aos perigos naturais e sua capacidade de resposta e recuperação dos impactos dos perigos. Segundo as autoras, a vulnerabilidade é multidimensional, ou seja, não é identificada por uma única variável. Raça/etnia, classe socioeconômica e gênero estão entre as características mais comuns que definem as populações vulneráveis, juntamente com a idade, migração e moradia (inquilino ou proprietário).

Em função da vulnerabilidade, a exposição não ocorre de maneira homogênea para todas as populações. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), a vulnerabilidade de uma comunidade ou sociedade pode influenciar na sua predisposição de sofrer de maneira mais crítica os danos dos desastres e na limitação da capacidade de redução de riscos. Ela seria resultante de uma combinação entre:

a) os processos sociais que resultam na precariedade das condições de vida e proteção social (trabalho, renda, saúde e educação, assim como aspectos ligados à infraestrutura, como habitações saudáveis e seguras, estradas, saneamento, entre outros) que tornam determinados grupos populacionais (por exemplo, idosos e crianças), principalmente entre os mais pobres, vulneráveis aos desastres; b) as mudanças ambientais resultantes da degradação ambiental (áreas de proteção ambiental ocupadas, desmatamento de encostas e leitos de rios, poluição de águas, solos e atmosfera, entre outros) que tornam determinadas áreas mais vulneráveis frente a ocorrência de ameaças e seus eventos subsequentes (OPAS, 2015, p. 10).

Nesse sentido, dependendo da dinâmica das comunidades ou sociedades, diversos fatores podem se somar ao longo do tempo, fazendo com que a capacidade de indivíduos ou sociedades de suportarem e se recuperarem aos desastres vá sendo cada vez mais limitada e reduzida (WILSON, 2019).

Desse modo, o grau de vulnerabilidade socioeconômica está normalmente associado à exposição diferencial aos riscos e indica maior ou menor exposição de pessoas, lugares, infraestruturas e/ou ecossistemas a algum tipo particular de agravo, configurando uma distribuição desigual de riscos não apenas socialmente, mas espacialmente (CANIL; LAMPIS; SANTOS, 2020).

É importante salientar que o entendimento sobre vulnerabilidade social ajuda a compreender que grupos de indivíduos que vivem à margem da sociedade, referindo-se àquelas pessoas que enfrentam uma série de desafios e dificuldades para alcançar uma qualidade de vida adequada, são vulneráveis não somente porque são mais propensas a viver em condições precárias ou habitam áreas suscetíveis, mas também porque o acesso a serviços sociais, saneamento básico ou representatividade política é reduzido ou totalmente ausente (WILSON, 2019).

3.2 Vulnerabilidade socioambiental: dimensão social e ambiental

Em relação à vulnerabilidade socioambiental, ela pode ser diagnosticada pelos aspectos físico-naturais, aliados à vulnerabilidade socioeconômica da população inserida em um determinado espaço geográfico. “O termo ‘sócio’ aparece, então, atrelado ao termo ‘ambiental’ para enfatizar o necessário envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento, parte fundamental dos processos relativos à problemática ambiental contemporânea” (MENDONÇA, 2015, p. 117). Em outras palavras, para construir a noção acerca da vulnerabilidade socioambiental, deve-se integrar as duas dimensões, a social e a ambiental (ALVES, 2006).

A linha de análise sobre vulnerabilidade, desenvolvida principalmente dentro da Geografia, segundo Cutter (1996) tem origem nos estudos sobre desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*). Por esse lado, a vulnerabilidade socioambiental pode ser vista como a interação entre o risco existente em um determinado lugar, as características e o grau de exposição da população residente.

Deschamps (2004) mostra que populações em situação de vulnerabilidade social alta coexistem com espaços naturais susceptíveis aos eventos naturais adversos. Tais áreas, geralmente, são habitadas por indivíduos e famílias que não possuem recursos de qualquer

natureza para responderem adequadamente à ocorrência de um evento natural perigoso. A autora conclui que

Há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há risco de ocorrer algum evento adverso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis. (DESCHAMPS, 2004, p.140).

Segundo Santos (2015), o entendimento da vulnerabilidade socioambiental passa necessariamente pelo conhecimento das condições dos sistemas ambientais. Os riscos socioambientais, contudo, não podem ser definidos somente com suporte em aspectos naturais, eles constituem a associação desses fenômenos com a capacidade de proteção dos grupos sociais, ou seja, da vulnerabilidade social. Assim, a noção de vulnerabilidade é tida como uma situação em que estão presentes três componentes: exposição ao risco; incapacidade de reação; e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco (MOSER, 1998).

Deste modo, a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como um espaço onde coexistem ambientes e populações em situação de risco, expondo aos indivíduos e os grupos sociais às adversidades decorrentes de fenômenos naturais severos (ZANELLA *et al.*, 2009). Posto isso, a vulnerabilidade socioambiental congrega a vulnerabilidade ambiental e social de forma simultânea, materializando-se em certo território num dado recorte temporal (DESCHAMPS, 2004).

Sobre esses fenômenos naturais severos, não se pode deixar de mencionar aqueles que ocorrem, muitas vezes anualmente, de forma intermitente e atinge populações que vivenciam diferentes configurações de vulnerabilidade (MELLO *et al.*, 2020). Ou seja, desastre e risco são fenômenos historicamente determinados por processos em cuja origem é impossível delimitar uma separação ontológica entre o social e o natural, mas que são experienciados de forma diferente por setores da população que se distinguem a partir de critérios de análise econômico, social e cultural (MELLO *et al.*, 2020).

Assim, pode-se afirmar que o mesmo evento, ocorrendo em recortes geográficos distintos, ocasiona danos diferenciados, em função da vulnerabilidade e do risco em que as populações estão submetidas. Neste caso, Olímpio e Zanella (2017) afirmam que

a vulnerabilidade carrega consigo uma noção de espacialidade, pois através de um conjunto de agentes e objetos geográficos há a construção de espaços em diferentes níveis de risco. Desta forma, ela não apresenta uma homogeneidade espacial, mas é mais intensa em porções específicas onde se concatenam fatores que a ampliam, resultando em uma distribuição espacial dos riscos naturais que revela a segregação socioespacial e socioambiental de uma sociedade. (OLÍMPIO; ZANELLA, 2017, p. 102).

Tendo em vista esta abordagem, consideramos que “a vulnerabilidade socioambiental é uma categoria analítica que pode expressar os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social (vulnerabilidade social)” (ALVES, 2006, p.47).

Nesse sentido, a vulnerabilidade socioambiental é considerada quando:

Coexistem ambientes e populações em situação de risco, expondo os indivíduos às adversidades (perigos) decorrentes de fenômenos naturais e sociais, tais como inundações ou enchentes, deslizamentos de terra, soterramentos, erosão marinha, secas recorrentes, acometimentos de doenças, perdas de emprego, recessão econômica, entre outras (MEDEIROS; SOUZA, 2016, p. 57).

Nota-se que há algum tempo existe uma preocupação nos estudos sobre populações em situações de risco, abarcando estudos sobre enchentes, deslizamentos, seca, entre outras situações em que o ambiente, conjugado a fatores socioeconômicos, expõe as populações a riscos, sobretudo nas cidades, que com crescimento acelerado acarreta essas consequências (MARANDOLA; HOGAN, 2005). Alves (2021) concorda ao salientar que

Estudos sobre o processo de urbanização brasileiro mostram que a expansão urbana para regiões periféricas está ligada à procura por habitação em áreas com baixo preço da terra, provocando um crescimento de assentamentos precários, como favelas e loteamentos irregulares, em locais sem infraestrutura urbana e expostos a situações de risco e degradação ambiental, devido à ausência de alternativas habitacionais, tanto por meio do mercado imobiliário privado, como de políticas públicas de habitação.(ALVES, 2021, p.4)

Cardona *et al.* (2012) em *Determinants of risk:exposure and vulnerability* também chama atenção para essa questão, entendendo a urbanização acelerada como uma tendência da ocupação humana, que tem implicações para o nível de exposição e vulnerabilidade para eventos adversos.

Quando é levado em conta os problemas socioambientais urbanos, Mendonça (2021) enfatiza que a urbanização por si só não é um problema, e nem o crescimento demográfico em si, mas sim, a forma como esses fenômenos ocorrem no espaço e no tempo, “especialmente quando derivados da exclusão e da segregação socioespacial inerentes ao capitalismo e à globalização, com a consequente ocupação concentrada de populações em áreas de risco, que a urbanização se torna realmente muito mais complexa e de difícil gestão” (MENDONÇA, 2021, p. 9).

No campo da pesquisa e dentro da ciência geográfica, os trabalhos dentro dessa perspectiva dos riscos, desastres, vulnerabilidades, buscam correlacionar tanto os fatores físicos quanto os sociais. Na concepção de Almeida (2010)

O crescimento das desigualdades sociais, da pobreza, da segregação socioespacial advinda com o trinômio capitalismo-industrialização-urbanização, em correlação com

a consequente degradação do ambiente nas suas diversas facetas, fez surgir em meados dos anos 1980 uma abordagem teórico-metodológica que procurou focar os desastres (naturais ou tecnológicos) do ponto de vista não apenas de seus fatores físicos desencadeantes, mas com base no prisma das populações atingidas (ALMEIDA, 2010, p. 102).

No Ceará existem pesquisas que trabalham dentro desta perspectiva de vulnerabilidade socioambiental, riscos, desastres, que contribuem com a pesquisa científica acerca dos referidos temas, como a tese de doutorado do Almeida (2010) intitulada de “Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará”, em que analisa os riscos e as vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos no Brasil, tendo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho como área de estudo, para compreender as inter-relações da vulnerabilidade e exposição aos riscos de inundações.

A tese de Monteiro (2016) sobre “Desastres Naturais no Estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos”, com o objetivo de estabelecer critérios para definir valores normais e extremos de chuva no estado do Ceará, utilizando-se de técnicas estatísticas (técnica dos *quantis* e dos máximos de precipitação) em que permitiu identificar vários eventos de chuva extrema no estado, como também eventos de estiagens.

Tem-se também a tese do Olímpio (2017) nomeada de “Análise multicritério do risco de desastres naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil”, a qual tem por objetivo estabelecer a intensidade do risco aos desastres relacionados à ocorrência de seca nos estados da região Nordeste do Brasil, onde mostrou que o risco é mais intenso nos sertões dos estados de Alagoas, Ceará e Pernambuco.

A presente pesquisa é uma contribuição acerca da temática socioambiental, ao investigar e compreender os fatores que contribuem para os diferentes graus de vulnerabilidade e suscetibilidade a seca e estiagem no estado do Ceará. Além disso, ao analisar as condições de vulnerabilidade social através das dimensões de infraestrutura, renda e situação social do estado, a pesquisa pode auxiliar na criação de um panorama mais detalhado sobre a situação socioeconômica dos municípios com vulnerabilidade elevada, permitindo o monitoramento de tais condições.

O sentido dado ao termo suscetibilidade refere-se a o quão provável um dado fenômeno pode ocorrer, independente de fatores sociais, mas tendo a sociedade como elemento de influência que acelera ou retarda tal ocorrência. Considera-se também que a suscetibilidade é específica a um fenômeno dependendo das características do ambiente, o semiárido por exemplo, é suscetível às secas (GIRÃO, RABELO E ZANELLA, 2018).

3.3 Risco de desastres no contexto das secas e estiagens

Entende-se por risco a percepção de um indivíduo/grupo de indivíduos sobre a probabilidade ou chance de ocorrência de um evento perigoso e causador de danos, cujos efeitos são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo (ALMEIDA, 2011).

As ciências tratam o risco como uma “situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso atue sobre uma população ou nos seus bens materiais e imateriais vulneráveis, causando danos e prejuízos” (OLÍMPIO, 2013, p.31). O autor ainda acrescenta que, os riscos somente ocorrem na presença simultânea de um evento perigoso e de uma vulnerabilidade de grupos sociais e/ou do indivíduo.

O risco pode ser considerado como uma categoria de análise relacionada às ideias de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos, devido a:

processos de ordem “natural” (tais como os processos exógenos e endógenos da Terra) e/ ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas. O risco (*lato sensu*) refere se, portanto, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não-determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005, p.12).

Enfatiza-se então que o risco não se refere a um objeto material, mas é apenas uma noção abstrata de ser vulnerável a um determinado perigo que pode ou não ocorrer no futuro, e nunca no presente (OLÍMPIO, 2013). Seguindo a linha de pensamento do autor citado, ele continua que “o termo recebe um complemento identificador da origem do fenômeno perigoso, como natural, tecnológico, econômico, social, político, entre outros. Todavia, ressalta-se que independente da origem, o risco sempre será humano” (OLÍMPIO, 2013, p.33).

Mendonça e Buffon (2021, p. 36) trazem em um capítulo do livro “Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais” algumas constatações sobre riscos que serão listados a seguir:

- * os riscos são produto de uma construção social;
- * é possível evidenciá-los e avaliá-los antes que se materializem em desastres;
- * os seres humanos podem preveni-los, controlá-los e reduzi-los por meio da gestão;
- * a redução dos riscos, o manejo dos desastres e o desenvolvimento local sustentável são temáticas de uma mesma agenda;
- * os riscos são dinâmicos e as mudanças que se apresentam em seu contexto territorial e social podem sofrer alterações; e
- * os cenários de risco são acumulativos e, quando não são alvo de uma gestão, até os riscos menores ou incipientes podem desencadear desastres maiores.

Assim, o risco não pode ser considerado puramente como natural. Ele é considerado parte de um processo de construção social, pois esses foram produzidos a partir da ação da sociedade e é sobre ela que ele se manifesta. Os riscos são sentidos pelos indivíduos e, ao se manifestarem, podem provocar prejuízos às pessoas, aos bens, as estruturas e à organização do território. A percepção e o conhecimento do risco podem variar em função do nível de desenvolvimento econômico, da cultura e mesmo do grupo social envolvido (SANTOS, 2015).

Dentro da perspectiva aqui adotada, Mendonça e Buffon (2021) esclarecem que os chamados riscos naturais não são apenas naturais, pois, apesar de terem sua gênese em fenômenos da natureza, a ameaça, o perigo e os impactos provenientes se dão na sociedade em que eles estejam presentes. Ou seja, os riscos naturais, só assumem a condição de risco “por derivarem em impactos sobre dada sociedade ou assentamentos humanos determinados” (MENDONÇA; BUFFON, 2021, p. 26).

Dito isso, fenômenos naturais não são considerados um desastre em si ou por si só, para um fenômeno natural ser considerado como um risco de desastre, deve haver uma população exposta e com um certo grau de vulnerabilidade (LICCO, 2013). Portanto, se uma população e seus bens não estão expostos a espaços potencialmente perigosos, não existe risco de desastre. A exposição é um fator determinante de risco, mas não exclusivo, isto significa que é possível estar exposto, mas não vulnerável. No entanto, para estar vulnerável a um evento extremo, é necessário também estar exposto a esse evento (CARDONA *et al.*, 2012).

Essa visão também é aplicada quando se trata de desastres,

Comumente fala-se em *desastres naturais*, separando-os das dinâmicas sociais e dos processos econômicos, políticos e culturais que transformam o espaço geográfico ao longo do processo histórico. Nos cenários de desastre, a população pode ser entendida como mais ou menos vulnerável. No entanto, para compreender os desastres e a vulnerabilidade social impingida neles, bem como a gestão de geração do risco e a compreensão da dinâmica dos processos físico-naturais, é necessário incluir processos sociais, econômicos e políticos (CANIL *et al.*, 2020, p.398).

Se o risco é uma situação percebida enquanto probabilidade de perdas, o desastre refere-se à própria materialização do risco, dada por uma série de impactos que põe em evidência a magnitude de um evento e a sua relação com a vulnerabilidade (OLÍMPIO; ZANELLA, 2017).

Considerando a ideia de Quarantelli (1998 apud ALMEIDA, 2011), um desastre é um evento concentrado no tempo e no espaço, no qual uma comunidade experimenta ou vivencia severo perigo e destruição de seus serviços essenciais, acompanhado por dispersão humana, perdas materiais e ambientais, que frequentemente ultrapassam a capacidade dessa comunidade em lidar com as consequências do desastre sem assistência externa.

De acordo com o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013), desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre uma área vulnerável, causando significativas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.

É importante salientar que a intensidade dos desastres está diretamente associada às características físico-naturais e socioeconômicas que auxiliam a definição do índice de risco e de vulnerabilidade das comunidades afetadas (CUNICO, 2013).

A ocorrência de desastres nesse caso, acaba por afetar de modo mais severo alguns grupos de populações mais do que outros, em função das desigualdades sociais existentes. Assim, deve-se avançar para a compreensão de que o risco de desastre não se realiza sem considerar as condições de vulnerabilidade. (FREIRE; BONFIM; NATENZON, 2014).

Dessa forma, entende-se que ao se tratar de desastres não se leva em consideração somente o fenômeno natural que o desencadeou:

Os desastres estão relacionados também a componentes culturais e sociais. As práticas tradicionais e as normas culturais e familiares podem aumentar a vulnerabilidade aos desastres de algumas parcelas da população, como as mulheres, idosos e crianças. Influem também na forma de a população perceber e compreender o risco, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto dos desastres, mas permite repensar a sociedade e atuar de forma ativa e organizada na gestão. Portanto a solução passa pela política e também pela interação e intercâmbio de informações entre os diferentes níveis de gestão (AVILA; MATEDDI, 2017, p. 199).

Embasando-se nessa ideia, compreende-se que há relação entre desastre e o desenvolvimento socioeconômico de uma região, ou seja, o desenvolvimento não deve ser considerado somente a partir do ponto de vista econômico, mas também sob aspectos sociais, culturais, políticos, ambientais e territoriais, ou seja,

Os desastres exigem respostas adequadas para o seu enfrentamento, bem como políticas públicas que sejam capazes de integrar os diversos atores sociais (poder público, comunidade científica e comunidade local), que estabeleçam relações com a sociedade, que tenham como enfoque o território e o planejamento, que valorizem a dinâmica local e que incorporem à política de gestão a participação comunitária (gestão participativa) (AVILA; MATEDDI, 2017, p.199).

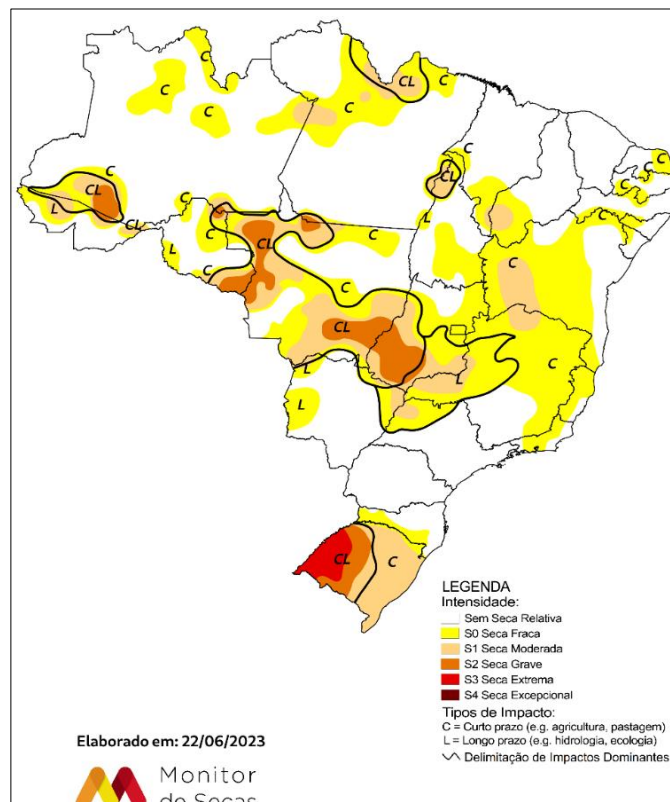
Dessa forma, a gestão de riscos faz-se um fator muito importante na prevenção de desastres, englobando medidas preventivas que antecedem o desastre e visam evitar ou minimizar consequências futuras. No caso das secas, essas medidas compreendem o sistema de aviso antecipado e estratégias de planejamento, redução de danos e a formulação de políticas nacionais de gestão de secas com enfoque na avaliação de riscos (NYS; ENGLE; QUINTANA, 2016).

O Brasil é um país de grande extensão territorial e isso reflete no seu clima. Segundo Magalhães (2016) no mesmo momento em que nas regiões Sul e Sudeste podem ocorrer geadas, no Norte e Nordeste as temperaturas atingem temperaturas bastante elevadas, conforme o autor, secas estão presentes em todas as regiões, de norte a sul e de leste a oeste, afetando a produção agrícola e o abastecimento de água. Contudo, é na região Nordeste que elas se manifestam com maior frequência e intensidade e tem impactos mais acentuados.

No Brasil, em parceria com o Banco Mundial e o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, foi implementado um programa de colaboração técnica para enfrentamento da seca, que se baseou em três pilares principais: monitoramento e previsão precoce, avaliação da vulnerabilidade e mitigação, planejamento e medidas de resposta (NYS; ENGLE; QUINTANA, 2016).

Como parte desse programa, com base nos autores citados acima, foi criado o Monitor de Secas (Figura 2), um mapa atualizado mensalmente que apresenta o estado das condições de seca para algumas regiões do país. Além disso, foram desenvolvidos planos de preparação para a seca, que definem diferentes tipos de ações a serem tomadas. Essas medidas representam uma importante contribuição para lidar de forma mais efetiva com esse fenômeno recorrente no Nordeste (NYS; ENGLE; QUINTANA, 2016).

Figura 2: Mapa do monitoramento da seca de maio de 2023



Fonte: Monitor de Secas (2023)

Com base nas informações do monitor de secas, é possível realizar o acompanhamento da situação da seca. Um exemplo é o estado do Ceará, que em maio de 2023 foi classificado como “sem seca relativa”, a menor categoria de grau de intensidade de seca no monitor de seca. Vale ressaltar que maio ainda faz parte da quadra chuvosa no estado.

No contexto das questões climáticas em relação a seca e estiagens o semiárido brasileiro se destaca, pois apresenta uma pré-disposição a esses eventos. Ele é marcado por extremos climáticos, principalmente se referindo a secas e estiagens, que variam no tempo e no espaço e requer eficientes mecanismos de adaptação por parte da população, das políticas e do setor produtivo. A seca existe como fenômeno natural, mas os seus efeitos econômicos e sociais são agravados perante a falta de ações efetivas para mitigação de seus impactos (BURITI; BARBOSA, 2018).

Quando se refere a seca, considera-se um termo relativo e depende do contexto no qual a análise está inserida. Portanto, qualquer discussão em termos de déficit de precipitação deve se referir às condições particulares relacionadas à quantidade de precipitação que está sobre análise em uma determinada região. Do ponto de vista climatológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (CASTRO *et al.*, 2003).

Outro ponto relevante quando se fala em seca, é que é que ela não atinge de forma direta a integridade física do homem, como ocorre com as inundações e os deslizamentos, mas promove a exaustão dos recursos essenciais a sua sobrevivência biológica e social. “Para além da sede, a limitação de acesso à água produz o desmantelamento das atividades econômicas, restringindo a produção de recursos e impactando a estabilidade da renda e da ocupação dos trabalhadores” (OLÍMPIO, 2017, p.68).

Alvino-Borba (2020) concorda ao dizer que a seca assume primeiro lugar em questão de danos econômicos, mas causa um reduzido número de perdas de vidas humanas e desalojados, se comparados à inundação.

Segundo Castro *et al.*, (2003) as estiagens resultam da diminuição das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada. Neste cenário ocorre uma queda dos índices pluviométricos para níveis inferiores aos considerados normais para determinada região e comprometem as reservas hidrológicas locais. Quando comparadas com as secas, “as estiagens caracterizam-se por serem menos intensas e por ocorrerem durante períodos de tempo menores” (CASTRO *et al.*, 2003, p. 55).

O semiárido brasileiro, também conhecido como sertão nordestino compreende uma área de 1.318.750 km² (Resolução n° 150, de 13 de dezembro de 2021, da Sudene). Para ser considerado área semiárida segundo o Ministério da Integração, existem critérios, que incluem: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800mm; índice de aridez até 0,5 e o risco de seca maior que 60%.

Lima e Girão (2020), alegam que no semiárido brasileiro, o que caracteriza a aridez não é tão somente o baixo volume de chuvas predominante na região (que variam de 500mm a 800mm) mas sim a irregularidade e imprevisibilidade delas, pois, mesmo que em anos considerados climaticamente normais, as chuvas podem se concentrar em pequenos intervalos de tempo ao longo de um ano, entre quatro a cinco meses.

As características do semiárido são bastante particulares, induzindo muitas vezes a concepção de uma área hostil, de difícil habitação. Segundo Brasil (2022), esta ideia não é totalmente errônea, pois, estas regiões se configuram pelas irregularidades das chuvas e pelas altas taxas de evapotranspiração, o que acaba contribuindo para o risco constante de escassez hídrica. Encontra-se a seguinte argumentação:

Tanto a seca é parte indissociável do semiárido, também o é o fenômeno das monções torrenciais, que caem eventualmente em períodos curtos e provocam cheias, reavivando os milhares de rios e lagos intermitentes, devolvendo pujança à vegetação e ajudando a recuperar os reservatórios. Assim, esta dicotomia climática torna o semiárido brasileiro ao mesmo tempo um dos mais habitáveis do mundo e uma região particularmente suscetível às mudanças climáticas, razão pela qual sua climatologia conta com diversos monitoramentos científicos e com a sabedoria popular do povo sertanejo (BRASIL,2022).

Numa abordagem básica, as secas e as estiagens são fenômenos naturais, provindos das condições climáticas regionais. Entretanto, os seus efeitos não são naturais, pois não é possível dissociar o fenômeno natural das repercussões na sociedade (OLÍMPIO, 2017).

As secas, de acordo com as contribuições de Olímpio (2017) elas são

fenômenos difusos ou graduais, porque sua constituição enquanto um fenômeno natural ocorre lentamente, estendendo por um longo período, como meses ou até mesmo em uma sequência de ano de baixas precipitações. Isto implica em um agravamento progressivo das adversidades, pois os seus efeitos tendem a acumular-se no tempo. Desta maneira, podem não gerar impactos expressivos em um primeiro momento, mas a sua continuidade suscita em severas crises às estabilidades social, econômica e ambiental (OLÍMPIO, 2017, p. 67).

Quando o risco se materializa e resulta em perdas de natureza material, econômica, estrutural ou até mesmo humana, estamos diante de um desastre. No caso da seca, ela é considerada um desastre crônico-silencioso, no qual impactos econômicos negativos afetam as pessoas e que muitas vezes são ignorados pelos formuladores de políticas públicas. Sua

extensão e frequência recorrentes acometem áreas de diferentes setores, seja na agricultura, pecuária, serviços essenciais e a comunidade em geral (BURITI; BARBOSA, 2018).

Assim, o desastre da seca também é considerado um fenômeno social, pois caracteriza uma situação de vulnerabilidade, pobreza e sensibilidade advindas do impacto desse fenômeno climático adverso. Nesse sentido, para conviver com eventos adversos, como no caso das secas, subsídios para tomada de decisão, devem ser adotados, tendo assim como uma das prioridades a garantia de uma governança hídrica competente, com foco na gestão de risco de desastres (BURITI; BARBOSA, 2018).

Segundo o Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil (1995-2019) nas últimas décadas, o Brasil foi palco de inúmeros desastres que ocasionaram perdas significativas, as quais afetaram e continuam a afetar de modo considerável a economia, o ambiente e a sociedade como um todo. Destaca ainda que o quantitativo dos danos e prejuízos causados por desastres, como as secas, tem um impacto muito significativo, principalmente quando atingem municípios de pequeno e médio porte (CEPED UFSC, 2020).

De acordo com Paredes, Barbosa e Guevara (2015), para compreender as implicações sociais da seca, ela pode ser definida em quatro tipos: 1) meteorológica: quando a precipitação recebida está muito abaixo da quantidade normal esperada; 2) hidrológica: quando o fluxo do rio não pode atender a utilizações estabelecidas sobre determinado sistema de gestão da água; 3) agrícola: quando não há umidade suficiente no solo para o desenvolvimento de uma cultura, em qualquer estágio de crescimento; 4) socioeconômica: quando a diminuição da disponibilidade de água pode ocasionar danos à população.

Também são utilizados três parâmetros para caracterizar as secas: 1) intensidade, referida ao déficit de precipitação; 2) duração, ao tempo no qual persiste a condição seca; e 3) extensão, referida à área atingida pela escassez de chuvas (PAREDES; BARBOSA; GUEVARA, 2015).

Nesse contexto de desastre de secas, populações vulneráveis, Buriti e Barbosa (2018) ressaltam a importância do monitoramento para prevenção e amenização dos seus impactos,

Diante da tendência de aumento da vulnerabilidade das populações frente às mudanças climáticas, assim como de maior exposição de infraestruturas, bens e ativos econômicos a diversas categorias de desastres naturais, o desenvolvimento de sistema de monitoramento e alerta é um dos caminhos para a prevenção e atenuação dos seus impactos. Os danos materiais e prejuízos acima citados podem ser evitados ou minimizados, desde que se disponha de sistemas de informações confiáveis de ações que contribuam para impedir que fenômenos naturais, como secas, tornem-se desastres e aumentem a vulnerabilidade da população, dos governos e dos setores econômicos (BURITI; BARBOSA, 2018, p. 140).

Olímpio (2013) ressalta que infelizmente, em muito dos casos, as obras de minimização dos impactos das secas estão relacionadas a interesses específicos, como priorizando o abastecimento da capital, das indústrias e do agronegócio, que embora tenham sua importância para a economia da região e na geração de renda, não atendem a maior parte da população, principalmente os grupos mais vulneráveis, como aqueles compostos por famílias mais pobres, sem acesso aos serviços técnicos, com baixas rendas, nível educacional reduzidos e sobre condições ambientais complexas.

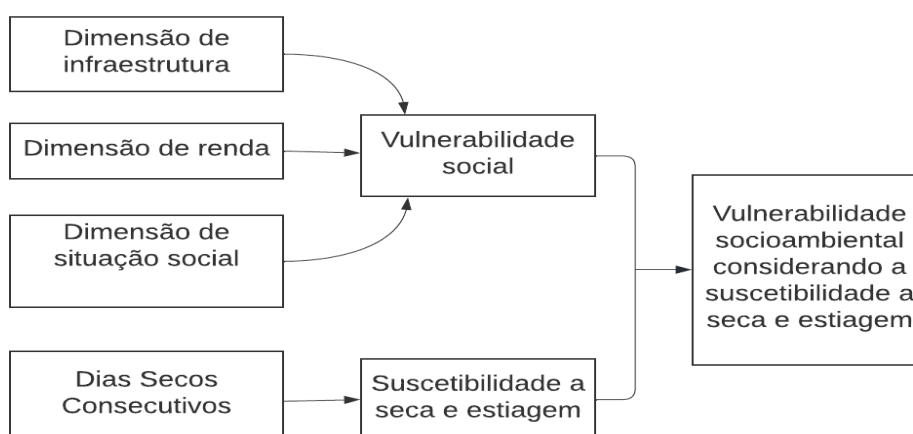
Dessa forma, Lampis *et al.*, (2020) enfatizam a importância do conhecimento sobre vulnerabilidade e dos riscos de desastres relacionados a seca, pois são de grande relevância, considerando que esta é a categoria de desastres com maior registro de ocorrências no país, sobretudo em um contexto de mudanças climáticas, em que há tendência de aumentos de eventos climáticos severos e que afetam e afetarão as populações mais vulneráveis.

4 Procedimentos Metodológicos

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em três etapas que seguem: (I) Identificação da vulnerabilidade social; (II) Identificação dos municípios suscetíveis a seca e estiagem; (III) Mapeamento da vulnerabilidade socioambiental.

Os procedimentos metodológicos que foram aplicados nesta pesquisa são baseados na metodologia aplicada ao projeto de pesquisa desenvolvido pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmica Socioambientais (GEOFISA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) desenvolvido por Cunico *et al.* (2020) sobre *“Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios”*. Segue abaixo (Figura 3) o esquema do percurso metodológico.

Figura 3: Fluxograma do percurso metodológico



Org.: autora (2022)

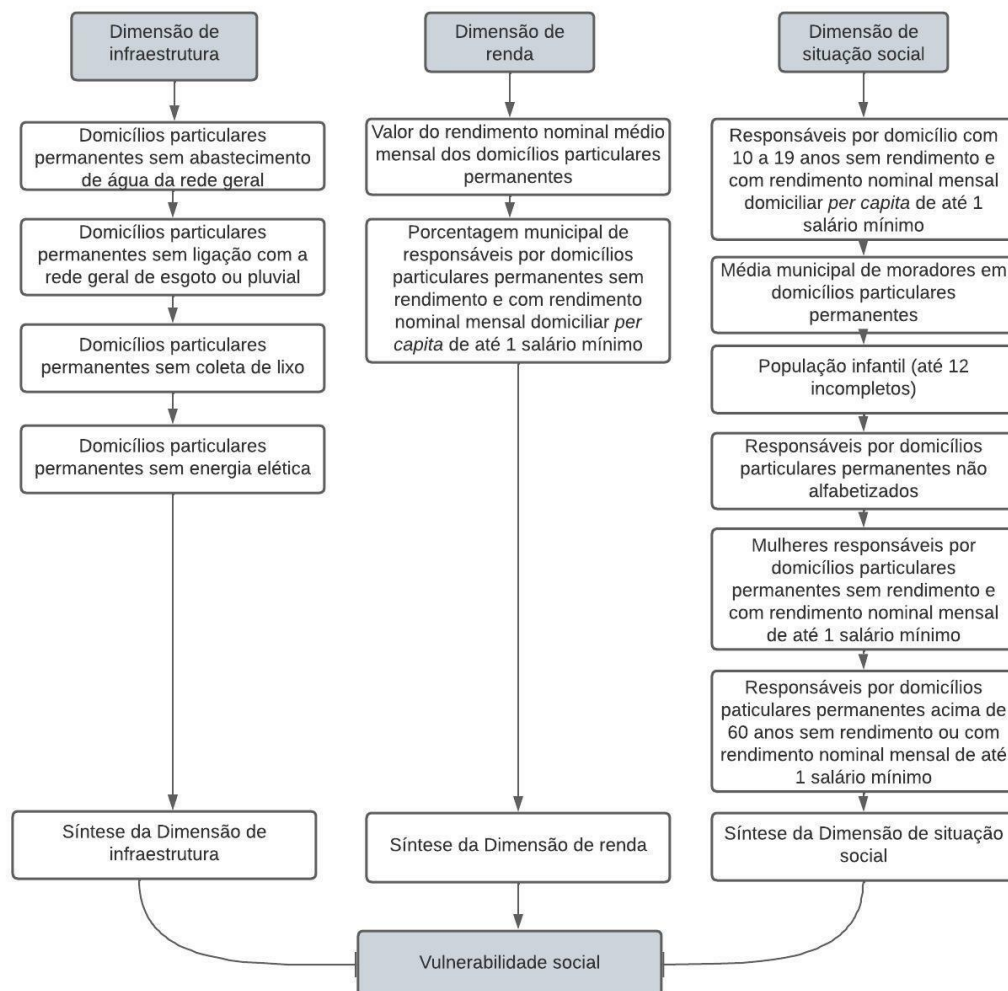
4.1 Dimensões, técnicas e espacialização da vulnerabilidade social

Para a etapa de identificação da vulnerabilidade social foram consideradas três dimensões que retratam as condições de infraestrutura, da renda e da situação social. Essas dimensões são compostas por variáveis que foram extraídas do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o órgão que coordena e produz informações estatísticas e geográficas do país, por esse motivo, é a fonte oficial dos dados, que são referentes ao censo demográfico de 2010. Essas informações foram extraídas para os 184 municípios do estado do Ceará.

Trabalhar com o detalhamento dessas três dimensões a partir das variáveis que as compõem (Figura 4) é essencial, pois no contexto deste trabalho, considera-se a vulnerabilidade pelo viés dos componentes sociais.

Rodríguez (2000) assegura que a vulnerabilidade está relacionada às desvantagens sociais que são reflexos e produtos da pobreza, que por sua vez é assimilada como condição social que afeta de maneira restritiva os indivíduos, os grupos sociais e os lugares. A vulnerabilidade corresponde tanto ao acesso limitado ao conhecimento quanto à sua disponibilidade e inabilidade para a gestão dos recursos e oportunidades que a sociedade disponibiliza para o desenvolvimento de seus membros.

Figura 4: Fluxograma metodológico da vulnerabilidade social



Fonte: CUNICO *et al.* (2020)

4.1.1 Dimensão de infraestrutura

A dimensão de infraestrutura abarca indicadores relacionados às condições de saneamento básico, como: acesso a rede geral de abastecimento de água, ao esgotamento sanitário, coleta de lixo como também ao acesso à energia elétrica nos domicílios particulares permanentes.

O saneamento básico, como os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, por exemplo, “é um dos serviços de infraestrutura que produz externalidades positivas ou negativas, pois sua ausência ou sua precariedade causam diversos problemas econômicos, ambientais, sociais e de saúde, com significativas perdas materiais e humanas” (PEREIRA; LIMA, 2021, p. 94).

Ter boas condições de infraestrutura implica em melhor qualidade de vida e bem estar, porém, não é uma realidade homogênea dos municípios brasileiros. De acordo com Olímpio (2017), muitos municípios localizados nos grandes centros urbanos possuem uma oferta maior nos serviços de infraestrutura, apesar de apresentarem também deficiências, enquanto os municípios menores não dispõem de serviços básicos, ou são bastante precários, o que numa ocorrência de desastre torna-se evidente uma menor capacidade de enfrentamento.

O outro indicador se refere ao acesso à energia elétrica, a falta desse recurso implica na falta de acesso à informação de modo geral, pouca comodidade, problemas de segurança e saúde.

4.1.2 Dimensão de renda

A dimensão de Renda inclui o valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes e a porcentagem municipal de responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento e com rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* de até 1 salário mínimo. Para a apuração dos rendimentos, segundo as classes de salário mínimo, considerou-se o valor que vigorava no mês de referência do Censo de 2010, que era de R\$ 510,00 (quinhentos e dez reais).

A renda constitui uma variável importante uma vez que compreende uma série de fatores que podem contribuir para o aumento ou diminuição da vulnerabilidade. Responsáveis por domicílios sem rendimento ou com rendimento de até um salário mínimo apresentam dificuldades para suprir as necessidades básicas de uma família, por isso entram no grupo de vulneráveis. Destaca-se também que, os responsáveis pelos domicílios particulares permanentes diante da condição de não possuírem uma renda fixa ou mínima, potencializam a vulnerabilidade.

Assim, a pobreza se evidencia quando não se é capaz de gerar renda suficiente para ter acesso aos recursos básicos como: água, educação, saúde, alimentação, moradia, renda e cidadania que garantam uma qualidade de vida digna (GOMES; PEREIRA, 2005).

Petrini (2003) afirma que à medida que a família encontra dificuldades para cumprir satisfatoriamente suas tarefas básicas de socialização e de amparo/serviços aos seus membros, criam-se situações de vulnerabilidade. A vida familiar para ser efetiva e eficaz depende de condições para sua sustentação e manutenção de seus vínculos.

4.1.3 Dimensão de situação social

A dimensão de situação social utiliza-se de indicadores direcionados a questões educacionais e de escolaridade, gênero e faixa etária dos responsáveis pelos domicílios.

A educação tem o impacto de perpetuação do ciclo de pobreza entre gerações, uma vez que os pais com baixa escolaridade têm dificuldade em garantir um maior nível de escolaridade para seus filhos (GOMES; PEREIRA, 2005). Além de que, domicílios chefiados por analfabetos, podem apresentar empregos de baixa qualificação ou até mesmo de remuneração muito baixa para o sustento. Ainda neste quesito sabe-se que quanto maior o acesso à educação melhor será o entendimento das informações sobre desastres e recuperação (CUTTER *et al.*, 2003).

Quanto a questão das mulheres chefes de família, percebe-se que o número de domicílios que são chefiados por mulheres tem se elevado ano a ano no Brasil e suas características (jornadas duplas de trabalho, ausência de cônjuges e empregos com menores rendas médias) têm sido relatadas como aspectos que os tornam mais vulneráveis à pobreza, consequentemente mais vulneráveis a alguma ocorrência de desastres (BATISTA; COSTA, 2020).

Conforme CEPAL (2004), a feminização da pobreza relaciona-se ao fato de que as mulheres chefes tendem a auferir menores rendas médias no mercado de trabalho e enfrentarem grandes dificuldades para manterem-se e assegurarem-se em seus empregos, devido a restrições de tempo e mobilidade. Além disso, essas mulheres, em geral, desempenham tanto trabalho remunerado quanto trabalho não pago, visto que grande parte delas é mãe solo, ao contrário de domicílios chefiados por homens, que usualmente contam com a presença de cônjuges.

A população infantil e jovem podem ser um indicador na análise da vulnerabilidade segundo Deschamps (2004), pois uma família que possui uma renda baixa e com grande número de dependentes, o recurso financeiro acaba escasso para a criação dessa população.

Outra questão que entra como indicador de vulnerabilidade diz respeito à domicílios particulares permanentes chefiados por idosos, que também se tornam vulneráveis, pois os gastos da aposentadoria com o sustento da casa, pode vir comprometer a compra de remédios e suprimentos para a sua saúde, exceto quando a renda é alta (CORREIA, 2016).

Sobre o grupo de jovens responsáveis por domicílio sem rendimento e com rendimento de até um salário mínimo acaba sendo um fator problemático. O que ocorre muitas vezes é que saem da casa dos pais por diferentes motivos relacionados a realidade vivida, não conseguem dar seguimentos aos estudos, consequentemente apresentam dificuldades de ingresso no mercado de trabalho para serviços com pelo menos um salário mínimo de remuneração, tornando-se vulneráveis ao enfrentamento de possíveis desastres.

4.1.4 Procedimentos técnicos

Considerando que as dimensões mencionadas são componentes importantes da vulnerabilidade social, foi atribuído o peso 1 para cada dimensão (conforme apresentado no Quadro 1). Em seguida, esse valor foi distribuído entre as variáveis relacionadas a cada dimensão. Valores mais altos indicam condições mais significativas de vulnerabilidade social. Portanto, considerou-se que todas as dimensões têm a mesma importância na composição da vulnerabilidade, variando apenas o peso atribuído a cada variável interna a cada dimensão (infraestrutura, renda, situação social), considerando-se a influência específica de cada variável no contexto da vulnerabilidade. Salienta-se também que o peso atribuído às variáveis internas pode ser modificado de acordo com a realidade da área em que a metodologia for aplicada.

As variáveis selecionadas que compõem as dimensões possuem unidades de mensuração distintas. Em função disso, foi necessária a transformação em valores normatizados, que possibilita ajustar para uma escala comum os valores mensurados.

Quadro 1: Atribuição dos pesos para os indicadores de vulnerabilidade social

Dimensão	Nº Variável	Peso	Descrição do Indicador
Infraestrutura	V1	0,3	Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral.
	V2	0,4	Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial.
	V3	0,2	Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem coleta de lixo.
	V4	0,1	Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem energia elétrica.
Renda	V5	0,3	Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes.
	V6	0,7	Percentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem rendimento e com rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> de até 1 salário mínimo.
Situação social	V7	0,2	Percentagem municipal de responsáveis por domicílio com 10 a 19 anos sem rendimento até com rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> de até 1 salário mínimo.
	V8	0,1	Média municipal de moradores em domicílios particulares permanentes.
	V9	0,1	Percentagem municipal da população infantil (até 12 incompletos).
	V10	0,2	Percentagem municipal de responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados.
	V11	0,2	Percentagem municipal de mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento e com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo.
	V12	0,2	Percentagem municipal de responsáveis por domicílios particulares permanentes acima de 60 anos sem rendimento ou com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo.

Org.: CUNICO *et al.*, (2020)

No primeiro momento aplicou-se a equação Min-Max (Equação 1) para todas as variáveis, com exceção da variável “Valor do rendimento médio domiciliar” em que foi aplicada a Equação 2, já que a análise dessa variável se comporta de maneira inversa às demais, ou seja, quanto maior os valores encontrados nela, menor a condição de vulnerabilidade.

$$Ips = (Is - I - v) / (I + v - I - v) \quad (\text{Equação 1})$$

$$Ips = 1 - (Is - I - v) / (I + v - I - v) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Ips = Valor normalizado da variável “ I ” no município “ s ”

Is = valor da variável “ I ” no município “ s ”

$I - v$ = menor valor da variável “ I ” no universo de municípios; e

$I + v$ = maior valor da variável “ I ” no universo de municípios.

Após a normalização dos dados, os resultados alcançados foram multiplicados pelo peso atribuído a cada variável. Em seguida, foi feito a soma dos valores encontrados nas variáveis que integram cada dimensão para resultar em um mapeamento síntese para cada uma das dimensões, ou seja, a síntese de infraestrutura, de renda e de situação social por município. Em seguida, realizou-se a soma do resultado de cada síntese para encontrar o grau de vulnerabilidade social a qual a população está submetida. Para estabelecer o ranqueamento da vulnerabilidade, utiliza-se novamente a Equação 1.

O mapa síntese de cada dimensão e o mapa de vulnerabilidade social foi espacializado e são constituídos por cinco classes que variam de: 0,0 a 0,20 (muito baixa); 0,21 a 0,40 (baixa); 0,41 a 0,60 (média); 0,61 a 0,80 (alta); 0,81 a 1,00 (muito alta). O *software* utilizado para espacialização foi o ArcGis versão 10.3.

4.2 Dias Secos Consecutivos (DSC): procedimentos para identificação dos municípios suscetíveis a seca e estiagem

O estado do Ceará desde o início de sua colonização, vem enfrentando desastres derivados da variabilidade climática da região semiárida, que é caracterizada por desvios positivos e negativos na intensidade pluviométrica interanual, intensificada pela distribuição espacial irregular das chuvas (OLÍMPIO, 2013).

Diante de certas características, como irregulares de distribuição de chuvas, déficit hídrico, foi considerado um dia seco aquele cuja precipitação foi inferior a evapotranspiração de referência (ET_0). Com base nos estudos realizado para região Nordeste do Brasil por Cabral Júnior e Bezerra (2018) foi adotado uma evapotranspiração de referência o valor médio de 5mm/dia. A análise dos DSC foi feita para o período de 1990 a 2021, visto que são anos em que os dados estão dispostos para todos os postos pluviométricos dos municípios. Os dados de chuva diária utilizados são disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Enfatiza-se que nem todos os municípios contém a série com os dados completos, dessa forma optou-se pelo não preenchimento dos dados faltosos, para que fosse contemplado e trabalhado com a maior fidedignidade da realidade.

Após a aquisição e identificação dos dias secos, foi contabilizado o máximo de Dias Secos Consecutivos (DSC), ou seja, número máximo de dias com sequência de déficit hídrico em cada município do Ceará.

Além disso, foi construída também uma série temporal com esse quantitativo de DSC, ano a ano. Ressalta-se que em alguns anos a sequência de DSC pode iniciar em um determinado ano e terminar no ano seguinte. Tendo as séries temporais do máximo de DSC, foi calculada a média municipal. Essas análises foram repetidas para os 184 municípios do estado do Ceará.

4.3 Espacialização da vulnerabilidade socioambiental

Com os resultados obtidos dos itens anteriores, foi elaborado o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental considerando a suscetibilidade a seca e estiagem por município do estado do Ceará. Tal mapeamento resulta da combinação da suscetibilidade a seca e estiagem com a vulnerabilidade social.

A espacialização da vulnerabilidade socioambiental será composta por cinco classes: *muito baixa* (0,00 – 0,20), *baixa* (0,21 – 0,40), *média* (0,41 – 0,60), *alta* (0,61 – 0,80) e *muito alta* (0,81- 1,00).

5 O estado do Ceará e seus aspectos físico-naturais

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE (2010) o estado do Ceará apresenta uma população de 8.452.381, com área total de 148.894,75 km², composto por 184 municípios (Figura 5 e Quadro 3), com densidade demográfica 56,76 hab/km².

Com o significativo aumento verificado na diferenciação interna do espaço territorial brasileiro, resultante de modificações econômicas, demográficas, políticas e ambientais vivenciadas nas últimas décadas, houve a necessidade de atualização da divisão regional anteriormente utilizada (Mesorregiões e Microrregiões Geográficas) produzida na década de 1980. Atualmente o termo utilizado é Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias, criado em 2017, na qual incorpora as mudanças ocorridas no Brasil ao longo das últimas três décadas (IBGE, 2017).

Dessa forma, o Ceará possui 6 (seis) regiões geográficas intermediárias dispostas no Quadro 2.

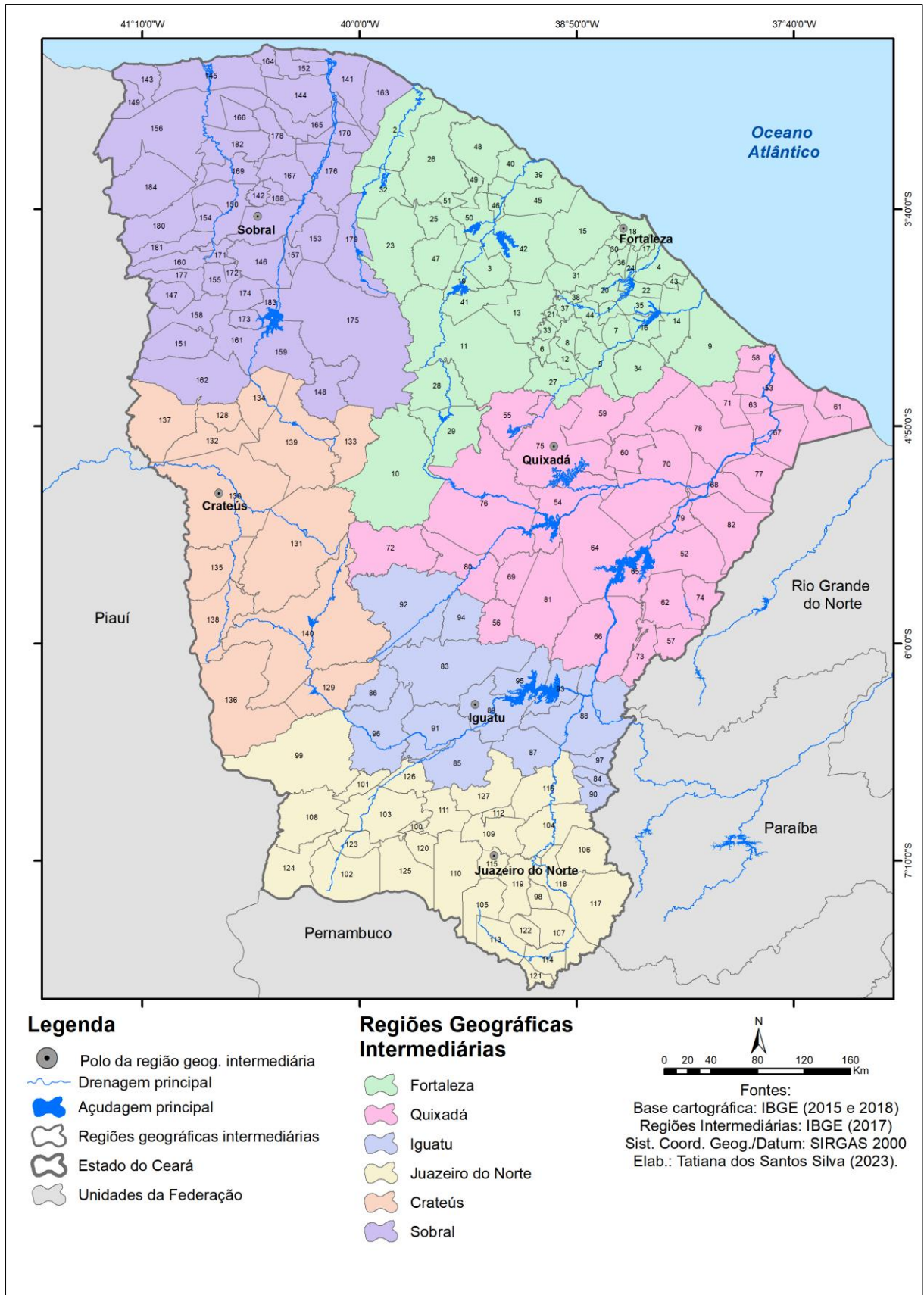
Quadro 2: Regiões geográficas intermediárias do estado do Ceará

Região Geográfica Intermediária	Número de Municípios
Fortaleza	51
Quixadá	31
Iguatu	15
Juazeiro do norte	30
Crateús	13
Sobral	44

Fonte: IBGE. Elaboração: autora (2022).

Em relação à distribuição da população por municípios, a maior concentração encontra-se nos municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza e no próprio município de Fortaleza, que apresenta 28,97% da população do estado, no ano de 2010. Os municípios que apresentaram maior número populacional de acordo com o IBGE (2010) foram: Fortaleza (2.452.185 hab.), Caucaia (325.441 hab.), Juazeiro do Norte (249.939 hab.), Maracanaú (209.057 hab.) e Sobral (188.233). Os menos populosos foram Potiretama (6.126 hab.), Baixio (6.026 hab.), Pacujá (5.986 hab.), Granjeiro (4.629 hab.) e por último, Guaramiranga (4.164 hab.).

Figura 5: Distribuição dos municípios do estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

Quadro 3: Identificação dos municípios do Ceará

Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município
1	Acarape	47	Tejuçuoca	93	Orós	139	Tamboril
2	Amontada	48	Trairi	94	Piquet Carneiro	140	Tauá
3	Apuiarés	49	Tururu	95	Quixelô	141	Acaraú
4	Aquiraz	50	Umirim	96	Saboeiro	142	Alcântaras
5	Aracoiaba	51	Uruburetama	97	Umari	143	Barroquinha
6	Aratuba	52	Alto Santo	98	Abaíara	144	Bela Cruz
7	Barreira	53	Aracati	99	Aiuaba	145	Camocim
8	Baturité	54	Banabuiú	100	Altaneira	146	Cariré
9	Beberibe	55	Choró	101	Antonina do Norte	147	Carnaubal
10	Boa Viagem	56	Dep. Irapuan Pinheiro	102	Araripe	148	Catunda
11	Canindé	57	Ererê	103	Assaré	149	Chaval
12	Capistrano	58	Fortim	104	Aurora	150	Coreaú
13	Caridade	59	Ibaretama	105	Barbalha	151	Croatá
14	Cascavel	60	Ibicuitinga	106	Barro	152	Cruz
15	Caucaia	61	Icapuí	107	Brejo Santo	153	Forquilha
16	Chorozinho	62	Iracema	108	Campos Sales	154	Frecheirinha
17	Eusébio	63	Itaíçaba	109	Caririaçu	155	Graça
18	Fortaleza	64	Jagaretama	110	Crato	156	Granja
19	General Sampaio	65	Jaguaribara	111	Farias Brito	157	Groaíras
20	Guaiúba	66	Jaguaribe	112	Granjeiro	158	Guaraciaba do Norte
21	Guaramiranga	67	Jaguaruana	113	Jardim	159	Hidrolândia
22	Horizonte	68	Limoeiro do Norte	114	Jati	160	Ibiapina
23	Irauçuba	69	Milhã	115	Juazeiro do Norte	161	Ipu
24	Itaitinga	70	Morada Nova	116	Lavras da Mangabeira	162	Ipueiras
25	Itapajé	71	Palhano	117	Mauriti	163	Itarema
26	Itapipoca	72	Pedra Branca	118	Milagres	164	Jijoca de Jericoacoara
27	Itapiúna	73	Pereiro	119	Missão Velha	165	Marco
28	Itatira	74	Potiretama	120	Nova Olinda	166	Martinópolis
29	Madalena	75	Quixadá	121	Penaforte	167	Massapê
30	Maracanaú	76	Quixeramobim	122	Porteiras	168	Meruoca
31	Maranguape	77	Quixeré	123	Potengi	169	Moraújo
32	Miraíma	78	Russas	124	Salitre	170	Morrinhos
33	Mulungu	79	São João do Jaguaribe	125	Santana do Cariri	171	Mucambo
34	Ocara	80	Senador Pompeu	126	Tarrafas	172	Pacujá
35	Pacajus	81	Solonópolis	127	Várzea Alegre	173	Pires Ferreira
36	Pacatuba	82	Tabuleiro do Norte	128	Ararendá	174	Reriutaba
37	Pacoti	83	Acopiara	129	Arneiroz	175	Santa Quitéria
38	Palmácia	84	Baixio	130	Crateús	176	Santana do Acaraú
39	Paracuru	85	Catarina	131	Independência	177	São Benedito
40	Paraipaba	86	Cariús	132	Ipaporanga	178	Senador Sá
41	Paramoti	87	Cedro	133	Monsenhor Tabosa	179	Sobral
42	Pentecoste	88	Icó	134	Nova Russas	180	Tianguá
43	Pindoretama	89	Iguatu	135	Novo Oriente	181	Ubajara
44	Redenção	90	Ipaumirim	136	Parambu	182	Uruoca
45	São Gonçalo do Amarante	91	Jucás	137	Poranga	183	Varjota
46	São Luís do Curu	92	Mombaça	138	Quiterianópolis	184	Viçosa do Ceará

Org.: autora (2023)

5.1 Aspectos geoambientais do estado do Ceará

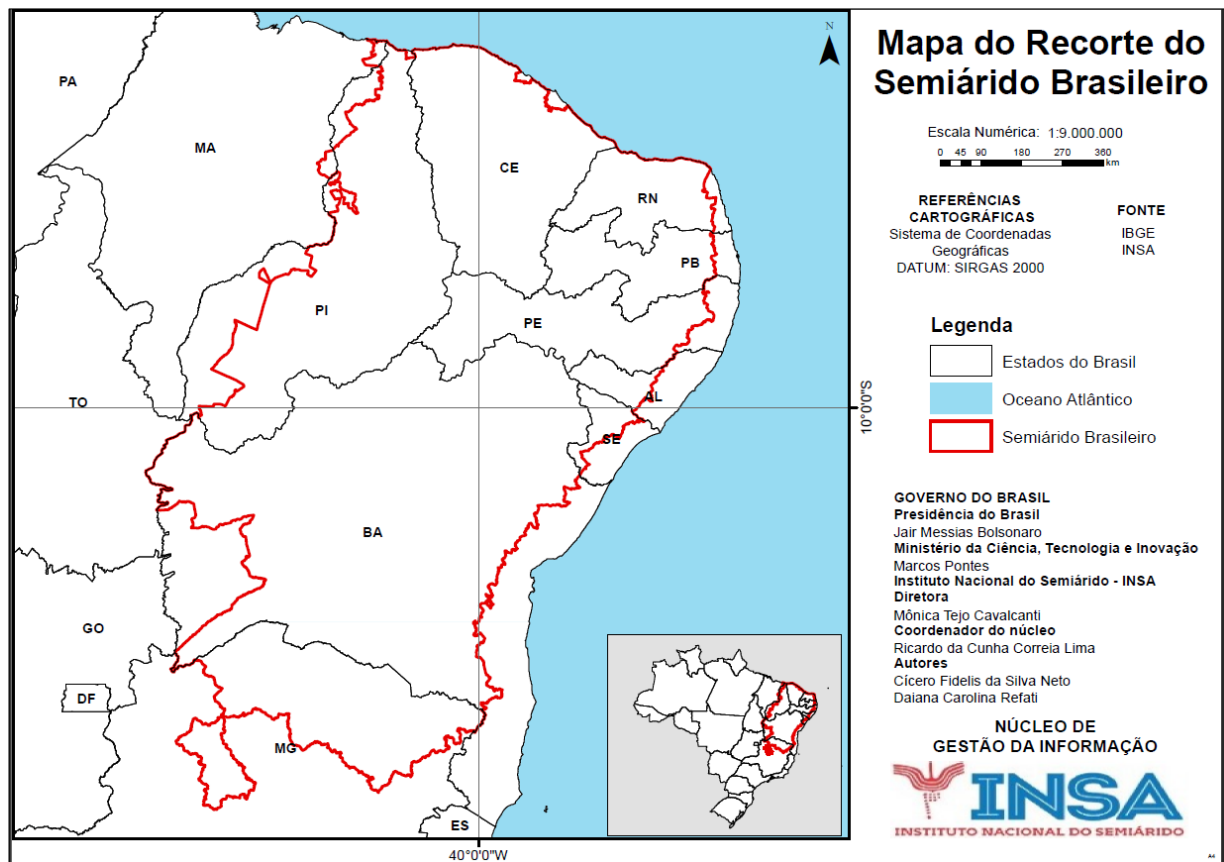
O semiárido ocupa uma área de 1.318.750 km² do território nacional e abrange 1.427 municípios brasileiros, considerando a delimitação atual (Resolução nº 150, de 13 de dezembro de 2021, da Sudene). De acordo com essa delimitação, se tratando do estado do Ceará, dos 184 municípios que o compõem, 171 estão inseridos em área semiárida, exceto os municípios de Fortaleza, Pindoretama, Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba, Eusébio, Maracanaú, Paraipaba e Paracuru, Horizonte, Jijoca de Jericoacoara, Chaval e o município de Barroquinha.

Dessa forma, parte do território cearense encontrasse inserida no contexto semiárido em virtude das condições climáticas dominantes, aspecto que corrobora para sua classificação como um dos estados mais secos do país (ZANELLA, 2005).

O semiárido brasileiro (Figura 6) caracteriza-se fisiograficamente pelas grandes extensões pediplanadas, em sua maioria esculpidas em rochas cristalinas Pré-Cambrianas com solos rasos e pedregosos. Os cursos d'água são em predominância de regime intermitente, e a vegetação de caatinga é a mais encontrada. Estes elementos estão direta e indiretamente relacionados ao seu clima, quente com chuvas irregulares e concentradas (RIBEIRO; LIMA; MARÇAL, 2015).

Embora o estado esteja predominantemente sob influência do clima semiárido, as chuvas, temperatura e umidade se diferenciam do litoral para o interior, condicionando um gradiente de umidade e contribuindo na diversidade de ambientes do mosaico paisagístico do estado (MORO *et al.*, 2015).

Figura 6: Recorte do semiárido brasileiro



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2022.

5.1.2 Geologia e Geomorfologia

No que se refere às características geológicas, pode-se considerar que o Ceará apresenta basicamente dois domínios geológicos: um sedimentar e outro com predominância de litologias cristalinas. É sobre esses domínios que se modelam os diferentes tipos de relevo do Ceará. De modo sintético, pode-se considerar um cenário no qual existem três grandes subdivisões principais do relevo para o estado no qual “as chapadas interiores circundam a extensão da depressão sertaneja, na qual se elevam diversos maciços residuais, e que, por sua vez, é bordejada pelas feições litorâneas, de origem sedimentar” (MORO *et al.*, 2015, p. 722).

De maneira geral, o território estadual apresenta 73% de rochas provenientes do embasamento cristalino e pré-cambriano, sendo 19% ígneas e 54% metamórficas, 12% de bacias sedimentares que se formaram durante o paleozoico e o mesozoico e 15% de áreas com deposição cenozoica, principalmente concentradas nas zonas litorâneas e pré-litorâneas (BASTOS; CORDEITO, 2016).

As rochas metamórficas constituem os litotipos mais abrangentes do estado, ocupando pouco mais da metade do território estadual. Na sua maioria constituem rochas tenras

como gnaisses e micaxistos, como nos casos das Unidades Canindé e Jaguaretama. Essas rochas apresentam grande diversidade mineralógica, significativos planos de descontinuidade, como planos de foliação e de clivagem, e, geomorfologicamente, constituem superfícies de aplainamento, regionalmente denominadas de depressões sertanejas (BASTOS; CORDEIRO, 2016, p. 3)

Processos do ponto de vista estrutural resultaram na ocorrência de cinco grandes domínios geomorfológicos principais no estado do Ceará: as superfícies aplainadas com *inselbergs*, maciços cristalinos, platôs sedimentares, faixa costeira e as bacias fluviais (CLAUDINO-SALES, 2016).

A Planície Litorânea corresponde a uma faixa contínua na orla marítima entre o mar e os tabuleiros costeiros, interrompida apenas pelas desembocaduras dos rios que chegam ao oceano. Os Tabuleiros Costeiros, que estão na borda da faixa costeira, são de relevos planos e apresentam alguns trechos suavemente ondulados. As Planícies Fluviais são formadas por sedimentos de idade quaternária e são caracterizadas por extensões diferenciadas em função da vazão dos rios. No Ceará se destacam as planícies dos rios Coreaú, Acaraú, Curu, Jaguaribe e Choró (MORO *et al.*, 2015).

A unidade *Depressão Sertaneja* (superfície sertaneja), é uma superfície erodida, formada por rochas datadas do Pré-Cambriano – Paleoproterozóico e Neoproterozóico. Essa unidade ocupa aproximadamente 70% do território do Ceará e está ligada geograficamente com todas as outras unidades geomorfológicas do estado. No limite ocidental do estado, há a *Serra da Ibiapaba*, em que apresenta vertente íngreme voltada para o Ceará onde tem suas maiores altitudes, variando entre 800-900m, e um suave caimento na direção do Piauí (MORO *et al.*, 2015).

Há também a denominada por Claudino-Sales (2016) de *Cuesta do Apodi*, localizada na divisa com o estado do Rio Grande do Norte, a leste (em torno de 180m de altitude), “as camadas sedimentares encontram-se ligeiramente inclinadas em direção a NE, do que resulta a formação de um relevo de cuesta pouco demarcado, cujo reverso é horizontalizado e pouco dissecado” (CLAUDINO-SALES, 2016, p. 34).

E por sua vez, a *Chapada do Araripe*, modelada em substrato sedimentar da Bacia do Araripe, constitui-se em um relevo tabular onde a inexistência de drenagem superficial é explicada em função da permeabilidade da sua formação, o que implica na baixa dissecação do relevo. Suas altitudes oscilam entre 800 a 900m (CLAUDINO-SALES, 2016).

E por fim, os Maciços cristalinos que são mais elevados e estão dispostos em vários setores da superfície sertaneja. Esses maciços são de fundamental importância para as regiões semiáridas, pois quando se trata dos pontos mais elevados, apresentam climas úmidos e

subúmidos. Essas unidades são constituídas pelas rochas mais resistentes do embasamento cristalino (QUEIROZ, 2020).

5.1.3 Solos e Vegetação

No que se refere aos solos, o estado do Ceará possui três tipos predominantes, primeiramente o de maior ocorrência que são os solos do tipo Neossolos, ocupando cerca de 53.525,5 km², o segundo tipo com maior ocorrência são os Argissolos, com 36.720,6 km² e o terceiro são do tipo Luvisolos com 24.885,6 km² (IPECE, 2007).

Os Argissolos são solos minerais que tem como característica principal a presença do horizonte B textural, o qual apresenta um significativo aumento de argila em relação aos horizontes suprajacentes E ou A conjugado com atividade da argila baixa (EMBRAPA, 2013). A textura varia de arenosa a argilosa na superfície, e de média a muito argilosa, em subsuperfície. São solos relativamente homogêneos do ponto de vista mineralógico e, devido ao adiantado grau de evolução pedogenética, predominam argilominerais do grupo das caulinitas em sua composição (FUNCEME, 2012).

Os Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este (EMBRAPA, 2013, p.86).

Os do tipo Luvisolos, são solos minerais eutróficos, normalmente com o contato lítico dentro de 100 cm de profundidade, com presença de horizonte B textural (Bt) e argila de atividade alta (EMBRAPA, 2013).

Variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos, com sequência de horizontes A, Bt e C e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre eles [...] O horizonte Bt é de coloração avermelhada, amarelada e menos frequentemente brunada ou acinzentada (EMBRAPA, 2013, p. 95).

Os Neossolos em geral são solos originados de depósitos arenosos, que não apresentam grandes alterações ao material originário, devido à baixa atuação de processos pedogenéticos ou por influência do clima, relevo e tempo, que contribuem para impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2013). “São solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico” (EMBRAPA, 2013, p.96).

Em relação à vegetação, sucintamente, no estado do Ceará destaca-se principalmente de o que se chama de caatinga do cristalino, que é a caatinga das áreas presentes sobre embasamento cristalino. É o tipo de vegetação típica da Depressão Sertaneja. Comumente, a

caatinga do cristalino ocorre em solos rasos e pedregosos e geralmente conseguem manter água edáfica após as chuvas, em função da pouca profundidade. Quanto à fisionomia, principalmente relacionada ao porte, a caatinga do cristalino pode conter porte arbóreo, arbustivo denso e aberto. Nesse sentido, essa unidade é dominada por árvores e arbustos, em seu corpo apresenta uma característica espinhosa e com um estrato herbáceo de variadas espécies. Destaca-se também que após o período chuvoso, as plantas lenhosas perdem suas folhas e outras espécies permanecem no solo na forma de semente (MORO *et al.*, 2014).

Outro tipo é a Caatinga que ocorre nas bacias sedimentares do Nordeste, chamadas de caatinga do sedimentar. Conhecida também como carrasco, é uma vegetação decídua e não espinhosa. Uma das principais diferenças entre as caatingas do sedimentar e do cristalino é que a proporção de espécies nas áreas cristalinas é bem maior (MORO *et al.*, 2014).

No Ceará aparece também manchas de vegetação do tipo Cerrado. É uma vegetação savânica em que sua fisionomia apresenta aspecto lenhoso, composto por árvores e arbustos, variando entre pequeno e médio porte, retorcidos e ramificados, e é encontrado em algumas partes do estado, principalmente nas áreas de tabuleiros, mas também está ligada à chapada do Araripe e uma pequena porção da Ibiapaba (MORO *et al.*, 2014).

Ainda segundo Moro *et al.* (2014) no Ceará, há também presença das matas úmidas do cristalino, estas ocorrem no barlavento dos maciços residuais mais altos do estado. Esses locais são conhecidos também como brejos de altitude. São ambientes de exceção na paisagem predominantemente semiárida do estado onde contém árvores maiores do que as encontradas na caatinga, além das espécies de samambaia e outras. Em embasamento cristalino destacam-se as serras de Baturité, Maranguape, Aratanha, Uruburetama e Meruoca. As matas úmidas e subúmidas também ocorrem em relevos sedimentares, como na Ibiapaba e a do Araripe.

No mesmo contexto da vegetação do estado, o autor supracitado explica que enquanto há uma quantidade de chuvas maior nas partes do barlavento das serras que originam as matas úmidas, o sotavento das mesmas e com altitudes mais baixas recebem uma quantidade menor de chuvas, são nelas que ocorrem as matas secas. A principal diferença entre as matas secas e a caatinga do cristalino se dá em função do maior porte das árvores, que são maiores nas matas secas.

Na Planície Litorânea, o conjunto de vegetações corresponde ao que se conhece por vegetação de restinga. Segundo SEMACE (2016) a restinga recebe influência marinha e eólica. Dentre as características dos vegetais que estão condicionados a essas influências, destaca-se a presença de talos e folhas suculentas, brotação por ramos e rizomas. Suas feições vegetais apresentam densidade variável e “possui a função de estabilizar o processo de deflação das

áreas de pós-praia e campos de dunas móveis e em processo de fixação, promovendo a fixação do substrato arenoso, contribuindo nos processos de pedogênese (desenvolvendo solos ácidos), pelo aporte de matéria-orgânica e de retenção de umidades no substrato” (SEMACE, 2016, p. 51).

Além das outras vegetações já citadas, há também as de manguezais/mangue, são típicas de regiões estuarinas, mais precisamente nas planícies fluvio-marinhas. Elas podem ocorrer ao longo dos leitos de rios, canais naturais e margem de lagoas até onde vai o fluxo de maré, normalmente em terrenos com declividade muito baixa (SEMACE, 2016).

Por último, mas não menos importante, a Mata ciliar com carnaúbas. Sua ocorrência está associada a presença de solos aluviais, sendo predominante as espécies *Dicotilo-Palmáceas* (Carnaúbas), *Copernicia prunifera* (Carnaúba). Os carnaubais se desenvolvem em ambiente diferente das caatingas, se desenvolvem nas planícies fluviais nas bordas dos rios do Ceará. Os carnaubais ocorrem no Ceará tanto em áreas semiáridas do interior quanto nas regiões costeiras, quando associados a leitos de rios, lagoas ou áreas periodicamente inundáveis (SEMACE, 2016; MORO *et al.*, 2015).

5.1.4 Clima e Hidrografia

A região Nordeste do Brasil apresenta, basicamente, como características climáticas as acentuadas demonstrando irregularidades tanto espaciais como temporal do seu regime de chuvas. Mesmo que o Nordeste apresente uma diversidade de paisagens, predomina espacialmente o regime climático semiárido de caráter nitidamente azonal, marcado por alta variabilidade das chuvas, temperaturas sempre elevadas e uma elevada taxa de evaporação (OLÍMPIO, 2017).

No estado do Ceará há duas estações distintas: a de chuva e a seca. A de chuva concentra-se no primeiro semestre do ano (janeiro a junho) e subdivide-se em pré-estação chuvosa (janeiro) e a estação chuvosa propriamente dita. A quadra chuvosa compreende os meses de fevereiro, março, abril e maio e tem a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT como principal sistema causador de chuvas. O mês de junho é considerado o mês da pós-estação chuvosa e os sistemas causadores de chuva são as ondas de leste e os Complexos Convectivos de Mesoescala. No segundo semestre a ocorrência de chuva é pequena, e há um predomínio de altas pressões atmosféricas e ausência de fenômenos atmosféricos causadores de chuva, caracterizando a estação seca (FUNCEME, 2012).

O clima regional, apesar da evidente predominância do semiárido, aproximadamente 92% do território cearense, é marcado por prolongados períodos de estiagem, mas apresentam

algumas variações. Existem as áreas úmidas que circunscrevem os topos e vertentes de barlavento dos maciços cristalinos e dos planaltos sedimentares. As áreas subúmidas, com totais pluviométricos pouco superiores a 900 mm anuais, abarcam o litoral e asseguram um teor de umidade que se prolonga por 6-7 meses durante o ano. A semiaridez propriamente dita, com déficits hídricos na maior parte do ano, apresenta um caráter mais acentuado nas depressões interiores, como nas regiões dos Inhamuns, de Irauçuba e do Médio Jaguaribe e torna-se menos espesso nos pés-de-serra, nos baixos maciços e nos sertões mais próximos do litoral. (BRANDÃO; FREITAS, 2014).

Assim, conclui-se que as características climáticas do Ceará são marcadas pela sazonalidade de atuação dos sistemas atmosféricos causadores de precipitações. A tendência normal é que ocorram chuvas durante o período de verão-outono, com maior intensidade durante fevereiro a maio. Porém, esta situação apresenta alta variabilidade interanual, ou seja, podem ocorrer desvios positivos e negativos expressivos em relação aos valores médios (OLÍMPIO, 2013).

Em relação às questões hidrográficas, o Ceará possui 12 bacias hidrográficas (CEARÁ, 2015). Dentre elas destaca-se a do rio Jaguaribe que compreende mais de 50% do estado, sendo a maior das bacias cearenses. Ela possui os dois maiores reservatórios de água do Ceará, os açudes de Orós e Castanhão, tendo respectivamente capacidade para armazenar 2,1 e 6,7 bilhões de metros cúbicos de água. Os dois principais afluentes do rio Jaguaribe são os rios Salgado e Banabuiú (MEDEIROS *et al.*, 2011).

A bacia do rio Salgado é uma sub-bacia do rio Jaguaribe, e encontra-se localizada na região sul do estado do Ceará. Segundo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) (2022), a bacia do Salgado tem uma área de drenagem de 12.865 km² equivalente a 8,25% do território cearense. Até encontrar-se com o rio Jaguaribe, as águas drenadas na bacia do rio Salgado se espalham por 23 municípios que são: Icó, Cedro, Umari, Baixio, Ipaumirim, Várzea Alegre, Lavras da Mangabeira, Granjeiro, Aurora, Caririaçu, Barro, Juazeiro do Norte, Crato, Missão Velha, Barbalha, Jardim, Penaforte, Milagres, Abaiara, Mauriti, Brejo Santo, Porteiras e Jati.

O rio do Banabuiú é considerado o principal tributário do rio Jaguaribe, e segundo a COGERH (2022) se destaca pela extensão de mais de 300 km de comprimento e drenando mais de 19.000 km² correspondendo a 13,37% do território. Desenvolve-se em direção ao leste, confluindo com o rio Jaguaribe pela margem esquerda deste rio, nas proximidades da cidade de Limoeiro do Norte. A bacia do Banabuiú drena quinze municípios que estão localizados no sertão central do Ceará, que são: Banabuiú, Boa Viagem, Ibicuitinga, Madalena, Mombaça,

Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Quixadá, Quixeramobim, Senador Pompeu, Milhã, Jaguaratama e Itatira.

É importante salientar que a COGERH é a fonte oficial de informações sobre bacias, que mantém os dados atualizados, nesse sentido, além das bacias citadas, têm-se também a bacia do rio Curu, tendo uma área de drenagem estimada em 8.750 km². Sua foz encontra-se na divisa dos municípios de Paracuru e Paraipaba. Além destes, o rio Curu banha outros treze municípios em seu percurso, que são: Apuiarés, Canindé, Caridade, General Sampaio, Irauçuba, Itapajé, Itatira, Paramoti, Pentecoste, São Gonçalo do Amarante, São Luís do Curu, Tejuçuoca e Umirim.

A bacia do rio Acaraú está situada na porção norte do estado do Ceará. Ela apresenta uma área de drenagem de 14.416 km², compondo assim 10% da área territorial. A acumulação de águas superficiais chega a 1.443.763.000 m³ e é composta por 28 municípios, entre eles o município de mesmo nome (Acaraú), Bela Cruz, Ipu, Santa Quitéria, Sobral e outros (CEARÁ, 2020).

O rio Coreaú situa-se no vale Coreaú. Este rio nasce na confluência dos riachos Jatobá e Caiçara, formados no sopé da serra da Ibiapaba. Se desenvolve principalmente por 167,5 km até o oceano Atlântico e tem 10.633,66 km² de área de drenagem, que equivale a 7% do território. Localizada no extremo norte do estado, esta bacia é composta por 24 municípios: Acaraú, Alcântaras, Barroquinha, Bela Cruz, Camocim, Chaval, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Ibiapina, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Martinópolis, Meruoca, Moraújo, Morrinhos, Mucambo, Senador Sá, Sobral, Tianguá, Uruoca, Viçosa do Ceará e Ubajara (CEARÁ, 2020).

A bacia do litoral tem aproximadamente uma área de drenagem de 8.472,77 km², equivalente a 6% do território cearense e situa-se entre as bacias hidrográficas do Curu e do Acaraú. Esta bacia abrange, total ou parcialmente, 15 municípios e apresenta uma capacidade de acúmulo de águas superficiais de 98.290.000 m³ (COGERH 2022).

A bacia hidrográfica metropolitana é composta por 31 municípios, sua capacidade de acumulação é de aproximadamente 1.325.344.000 m³, considerando sua área de drenagem de 15.085 km² que corresponde a 10,18% do estado. Salienta-se que a Região Metropolitana de Fortaleza faz parte desta bacia e é considerada como o maior centro consumidor de água do estado (COGERH 2022).

A bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba localiza-se na porção noroeste do estado do Ceará, limitando-se nas porções norte e nordeste com a Região Hidrográfica do Coreaú, a leste com a do Acaraú, ao sul e sudeste com Sertões de Crateús e a oeste com o estado do Piauí,

ocupando uma área de 5.987,75 km². Esta bacia é composta por 10 municípios e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 141.000.000 m³ (CEARÁ, 2021).

A bacia do Sertões de Crateús possui uma área de 10.821 km², compreendendo a rede de drenagem do Rio Poti. Esta bacia é composta por 09 municípios e é capaz de armazenar até 446.685.647 m³, num total de 10 açudes monitorados pela COGERH (CEARÁ, 2021).

6 Resultados e discussão

6.1 Cenário de vulnerabilidade social no estado do Ceará

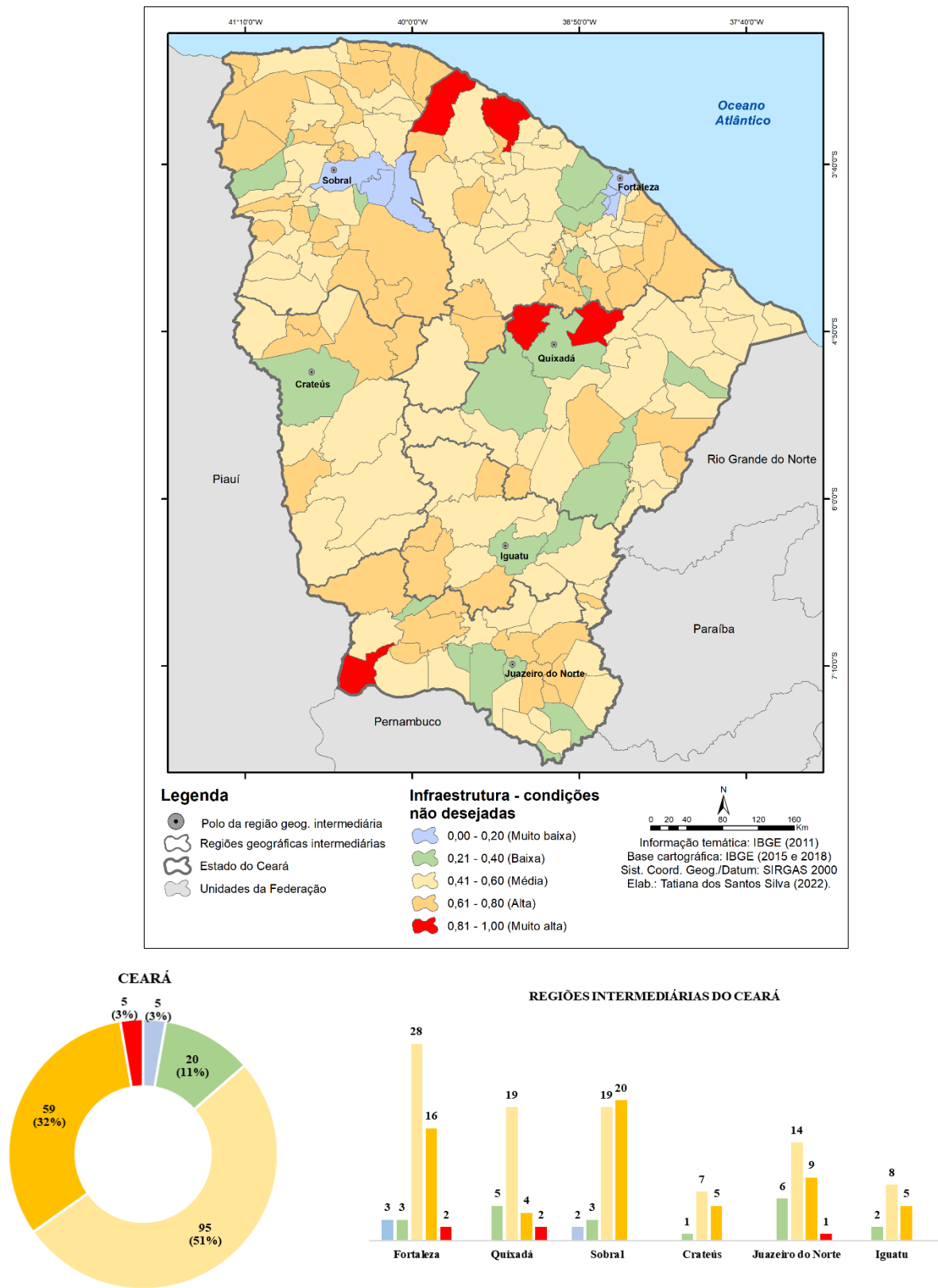
A identificação do cenário de vulnerabilidade social é um produto dado a partir das sínteses das dimensões de infraestrutura, renda e situação social dos municípios do estado e cada dimensão foi composta por diferentes indicadores.

6.1.2 Síntese da dimensão de infraestrutura

Mediante ao procedimento metodológico adotado na pesquisa, os resultados das sínteses apresentam cinco classes que variam de *muito baixa*, *baixa*, *média*, *alta* e *muito alta*, indicando se os municípios apresentam condições desejáveis ou não desejáveis para a população que está inserida. Nesse sentido, a dimensão de infraestrutura é composta por variáveis relacionadas a domicílios particulares permanentes (DPP) sem abastecimento de água da rede geral, sem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial, sem coleta de lixo e sem energia elétrica.

A partir dos resultados encontrados no que diz respeito a infraestrutura (Figura 7) mostra que dos 184 municípios que compõem o estado do Ceará, cinco apresentam condições de infraestrutura não desejáveis na classe *muito alta*, representando 3% do estado. Na classe *alta* encontram-se 59 municípios, que equivale a 32%, 95 estão em classe *média* que significa 51%, 20 em classe *baixa*, correspondendo a 11% e somente 5 na classe *muito baixa*, retratando 3% do estado.

Figura 7: Síntese da dimensão de Infraestrutura por município no estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

Percebe-se que há municípios que se encaixam em todas as classes, desde a *muito baixa* até a *muito alta*. Dentre os municípios que apresentam condições de infraestrutura não desejáveis *muito alta* estão os municípios de Salitre, Choró, Ibaretama, Amontada e Trairi.

O município de Salitre está localizado no sul do estado e faz parte da região geográfica intermediária de Juazeiro do Norte. Com um percentual de 0,89% na síntese de infraestrutura (soma dos valores encontrados nas variáveis que a integram), o indicador que faz com que Salitre esteja em condições não desejáveis *muito alta*, refere-se principalmente a questão da porcentagem de DPP sem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial, que é de 94,86%. O outro indicador é que 92,82% dos domicílios não possuem abastecimento de água da rede geral. Vale salientar que esses dois indicadores exercem influência de peso maior no resultado da dimensão de infraestrutura.

Segundo o Plano Nacional de Saneamento básico (PLANSAB,2019), a ausência de soluções adequadas para a coleta e tratamento dos esgotos sanitários, resulta em condições precárias de saneamento, favorecendo a proliferação de doenças seja parasitária ou infecciosa, além de causar a degradação dos corpos hídricos. Assim, o tratamento dos esgotos sanitários são fundamentais para resguardar a saúde pública e preservar o meio ambiente, melhorando, assim, a qualidade de vida da população.

Os municípios de Choró e Ibaretama são geograficamente próximos e pertencem à região intermediária de Quixadá. Essas localidades enfrentam desafios significativos em termos de infraestrutura. Em Choró, por exemplo, constata-se que 97,62% dos domicílios particulares permanentes (DPP) não possuem acesso à rede geral de esgoto ou sistema pluvial, enquanto 77,36% não contam com serviço de coleta de lixo e 68,44% sofrem com a falta de abastecimento de água. Em Ibaretama, as condições são igualmente preocupantes, com uma parcela considerável de 82,69% dos DPP sem abastecimento de água, 98,08% sem ligação à rede geral de esgoto e 63,01% sem serviço de coleta de lixo.

E por último, na classe de condições de infraestrutura não desejáveis *muito alta* encontra-se o município de Trairi e Amontada, localizados no litoral cearense e fazem parte da região intermediária de Fortaleza. Trairi com 79,55% dos DPP sem abastecimento de água proveniente da rede geral. Além disso, 96,50% dos DPP não possuem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial e 61,59% não contam com coleta de lixo. Já Amontada, embora tenha um número de DPP menor que Trairi, apresenta condições não desejadas bem elevadas já que de 9.787 domicílios do município, 61,84% não possuem abastecimento de água, 96,90% sem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial e 66,04% não têm acesso à coleta de lixo.

O indicador que não exerceu tanta influência para tornar os municípios com condições de infraestrutura muito ruins, trata-se dos DPP sem energia elétrica, nenhum dos municípios tiveram uma porcentagem alarmante. Porém, nesse sentido, fica claro que esses municípios destacados merecem maior atenção, pois não estão dentro das condições desejáveis para o bem estar da população que vive nesses municípios.

Em contrapartida, há também alguns municípios que apresentam condições não desejáveis *baixa* e até *muito baixa*, ou seja, apresentam melhores condições de infraestrutura em relação aos demais. São aqueles que exercem influência sobre outros e têm maior população, como por exemplo o município de Fortaleza (capital do Ceará) e Sobral que estão elencados na classe de boas condições de infraestrutura, ou seja, nesses municípios, a porcentagem de DPP sem abastecimento de água da rede geral, sem ligação com a rede geral de esgoto, sem coleta de lixo e sem energia elétrica é mais baixa que nos demais municípios. Porém, é importante ressaltar, que a realidade de infraestrutura na capital ainda deixa a desejar, visto que, em relação ao esgotamento sanitário, por exemplo, apenas 60% dos domicílios estão ligados a rede geral de esgoto, ou seja, percebe-se uma expressiva desigualdade na oferta deste serviço.

Os que estão dentro da classe de condições não desejáveis *baixa* são justamente as sedes das regiões intermediárias e os municípios que o circundam, a exemplo de Juazeiro do Norte, Crato e Nova Olinda (região intermediária de Juazeiro do Norte), Quixadá, Quixeramobim e Jaguaribe (região intermediária de Quixadá), Tianguá, Pacujá e Groaíras (região intermediária de Sobral) e Crateús (região intermediária de Crateús).

Nesse sentido, a partir do mapa, percebe-se que a maioria dos municípios do estado do Ceará estão dispostos principalmente nas condições de infraestrutura não desejáveis na classe *média* e *alta*, 95 municípios (51% do estado) e 59 (32%), respectivamente. De toda forma, somados os municípios inseridos nas classes *muito baixa*, *baixa* e *média*, se sobressaem em relação aos que apresentam condições de infraestrutura não adequadas para o estado como um todo.

6.1.3 Síntese da dimensão de Renda

A síntese da dimensão de renda (Figura 8) busca mostrar o cenário dos domicílios particulares permanentes em relação às suas condições de renda, entendendo que a condição financeira baixa afeta negativamente a capacidade de resposta da população frente a eventos adversos. Dessa forma, o resultado da síntese de renda é caracterizado pela combinação dos indicadores relacionados ao valor do rendimento nominal médio mensal dos DPP, e DPP sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo. É importante

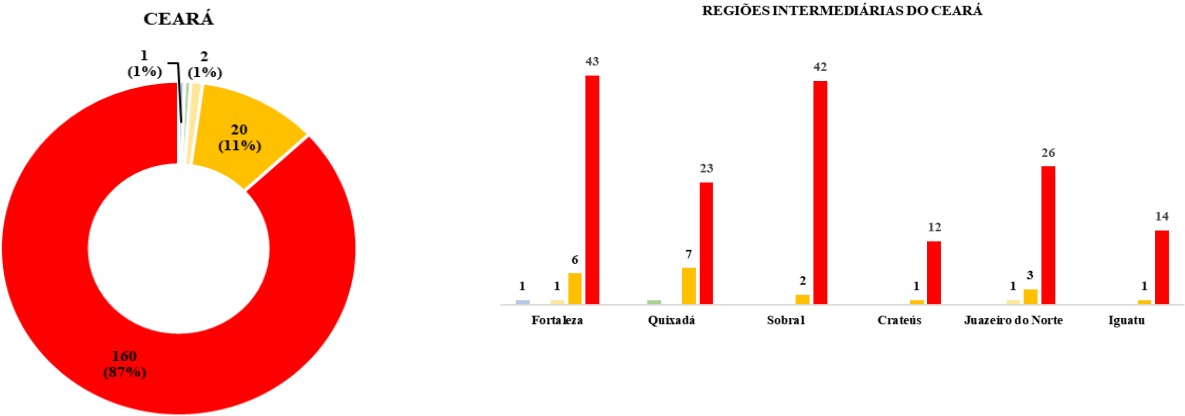
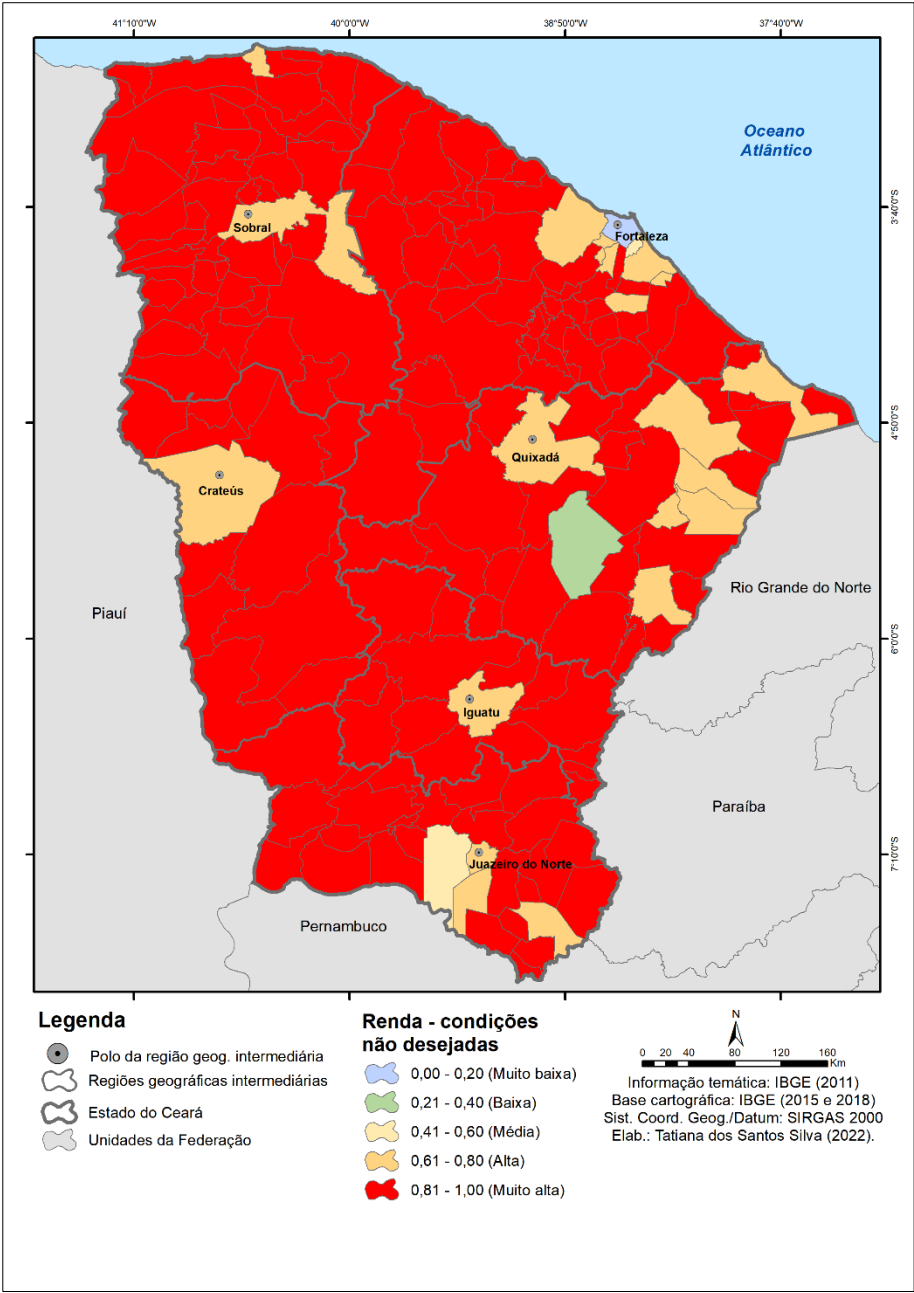
frisar que as informações têm como referência o salário mínimo do ano de 2010, que correspondia a R\$ 510,00.

De um total de 184 municípios, apenas dois estão em boas condições de renda, representando apenas 1% de todo o estado, ou seja, no Ceará, a renda é um dos piores indicadores que tornam uma população mais vulnerável, quando menor renda se tem, mais vulnerável se é. Nessa análise, a variável que exerce maior influência sobre o resultado da síntese de renda é a porcentagem municipal de domicílios particulares permanentes sem rendimento e com rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* de até 1 salário mínimo.

Neste contexto, a questão de condições de pobreza não pode ser definida de forma única e universal. Contudo, pode-se afirmar que se refere a situações de carência em que os indivíduos não conseguem manter um mínimo padrão de vida condizente com a realidade socialmente estabelecida em cada contexto (BARROS; HENRIQUES; MENDONÇA, 2000).

Segundo matéria realizada pelo Fundo Estadual de Combate à Pobreza (FECOP, 2020) a concentração de pessoas que vivem em situação de pobreza no Nordeste é a maior entre as cinco regiões brasileiras. Conforme atesta a pesquisa publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2018, o levantamento aponta que no referido ano, a região Nordeste concentra um valor proporcional a 47,9% da concentração da pobreza no Brasil.

Figura 8: Síntese da dimensão de Renda por município no estado do Ceará



O município que apresentou condições não desejadas de classe *muito baixa* foi o município de Fortaleza, capital do estado. Isso se deve a vários fatores, pode-se citar: maior oferta de emprego e serviços em geral para a população. Porém, isso não significa que a população que vive no município de Fortaleza não faz parte de domicílios com rendimento e sem rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo, significa que em comparação com os demais municípios, a porcentagem de DPP em tais condições é menor, que no presente caso, essa porcentagem é de 64,52% do total de 710.066 domicílios do município. Em Fortaleza, o valor do rendimento nominal médio mensal dos DPP foi de R\$ 2.413,42 (dois mil quatrocentos e treze reais e quarenta e dois centavos).

O outro município que está inserido na classe *baixa*, que apresenta melhores condições de renda é Jaguaratama. Localizado na região intermediária de Quixadá, o município possui um total de 5.162 DPP. Desse total, 51,05% se encontram sem e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo, e o valor do rendimento nominal médio mensal é de R\$ 763,75 (setecentos e sessenta e três reais e setenta e cinco centavos).

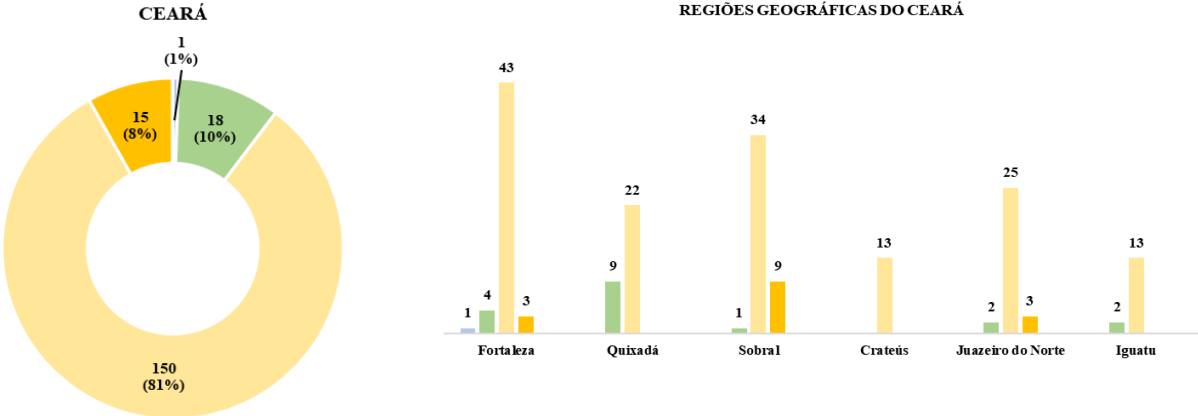
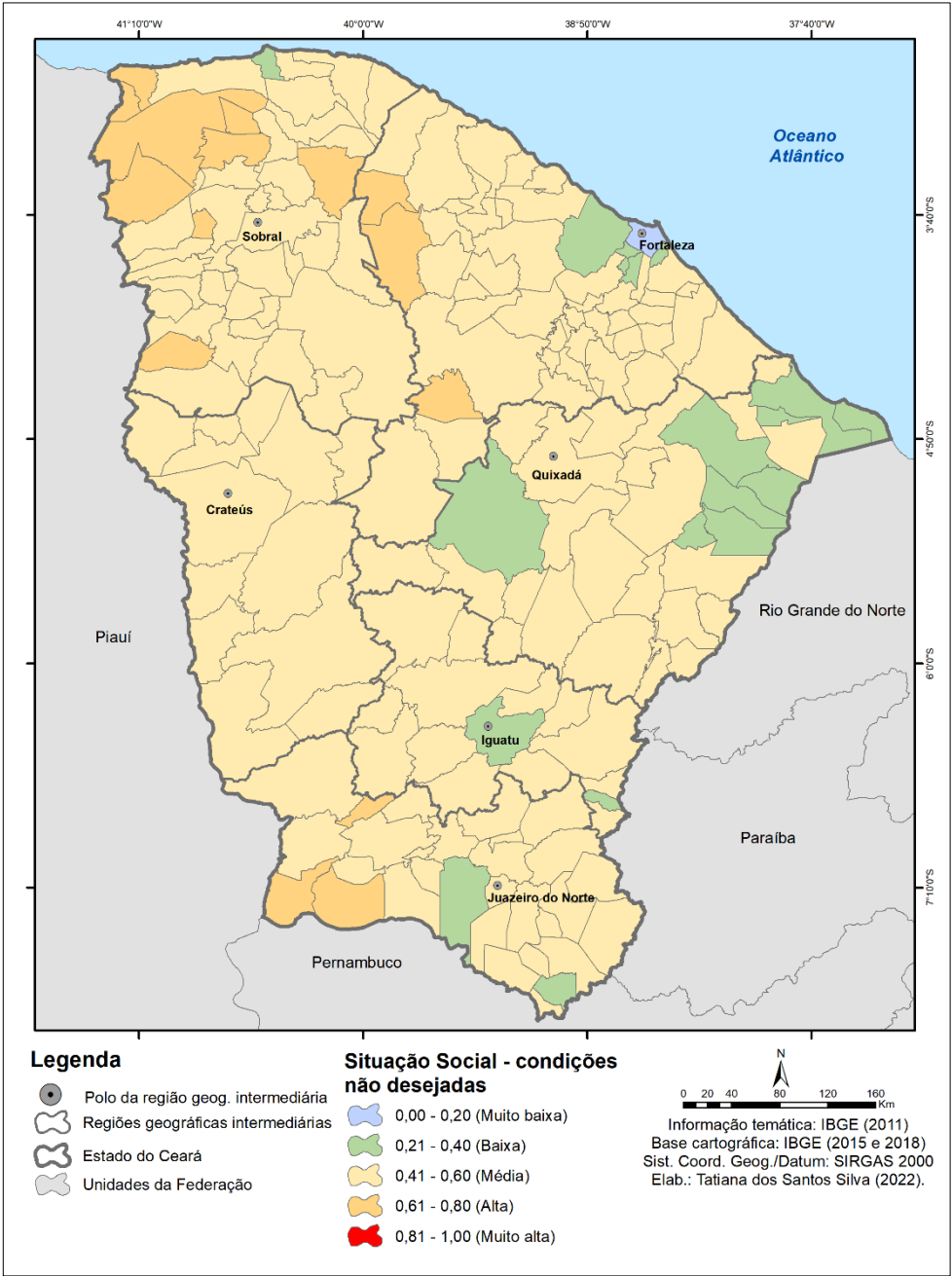
Na classe *média* são somente dois municípios, Crato e Eusébio, o primeiro faz parte do aglomerado urbano chamado CRAJUBAR, composto pelas cidades de Crato, Juazeiro e Barbalha. Considerando a porcentagem de DPP sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo, 79,11% estão nessas condições. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.461,96 (mil quatrocentos e sessenta e um reais e noventa e seis centavos). O segundo, município de Eusébio faz limite com Fortaleza e acaba apresentando condições mais favoráveis de renda, apresentando valor do rendimento nominal médio mensal de R\$ 1.894, 64 (mil oitocentos e noventa e quatro reais e noventa e seis centavos). Por se tratar de um município pequeno territorialmente, mais da metade dos domicílios estão na categoria de DPP sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo, uma porcentagem de 81,90%.

De modo geral, no tocante à dimensão de renda, praticamente todo o estado apresenta condições não desejáveis *muito alta*, um resultado que não é esperado/desejado, pois os efeitos são sentidos pela população que está submetida a tais condições. Até mesmo aqueles municípios que são mais desenvolvidos, que são mais influentes no estado, não apresentam características satisfatórias no cenário de renda, a exemplo do município de Juazeiro do Norte, Sobral, Quixadá, Caucaia e outros, que apresentam condições não desejáveis na classe *alta*.

6.1.4 Síntese da dimensão de Situação Social

A síntese da dimensão de situação social (Figura 9) é composta pela soma de diferentes variáveis relacionadas ao número de pessoas por DPP, responsáveis pelos domicílios em questão de gênero, idade e educação e a renda e a presença de população infantil e o fator da alfabetização, como está disposto nos procedimentos metodológicos.

Figura 9: Síntese da dimensão de Situação Social por município no estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

Nesta síntese, 81% dos municípios encontram-se em condições na classe *média* (150 municípios) alguns em melhores condições no cenário social. Na classe *muito baixa* (1 município), na *classe baixa* (18 municípios) e outros na situação social não desejáveis, ou seja, na classe *alta* (15 municípios).

Na classe *muito baixa* encontra-se o município de Fortaleza, que de acordo com os indicadores estabelecidos para o cenário de situação social, apresenta uma porcentagem bastante baixa. Do total de 710.066 domicílios, a porcentagem de responsáveis pelo domicílio com 10 a 19 anos sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo é de apenas 1,28%. Da população total 19,11% é infantil (até 12 anos incompletos). O quadro de responsáveis pelo domicílio não alfabetizados, é de apenas 8,92%. O que apresentou uma maior porcentagem, mas não o coloca em condições não desejáveis foi o indicador de mulheres responsáveis pelo domicílio sem e com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo, com 29,18%. E do total de domicílios, 10,49% são chefiados por maiores de 60 anos sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo.

Os municípios que apresentam boas condições sociais estão distribuídos em algumas regiões do estado, como o Crato e Jati, na região do Cariri, Iguatu e Baixio no Centro Sul, Quixeramobim, no Sertão Central, Tabuleiro do Norte, São João do Jaguaribe, Limoeiro no Norte, Quixeré e Russas no Vale do Jaguaribe, Itaiçaba, Icapuí e Aracati, no Litoral Leste, e o município de Jijoca de Jericoacoara no Litoral Norte. Em todos eles, os indicadores de maior representatividade, mas que não o colocam na classe de condições não desejáveis alta, em primeiro, é o indicador de responsáveis pelos domicílios não alfabetizados e em segundo o de mulheres responsáveis por domicílio sem e com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo.

Os municípios em condições sociais não desejáveis na classe *alta*, estão concentrados principalmente na região intermediária de Sobral, Fortaleza e na região intermediária de Juazeiro do Norte. Entre os municípios na região intermediária de Juazeiro do Norte, está o município de Salitre, no sul do estado, no qual de 3.930 DPP, 53,92% são chefiados por pessoas não alfabetizadas e 20,61% têm como responsáveis pessoas acima de 60 anos sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo.

Na região intermediária de Sobral tem-se a exemplo o município de Santana do Acaraú, que de um total de 7.522 DPP, 40,72% são chefiados por pessoas não alfabetizadas e 23,23% são de responsabilidade de pessoas acima de 60 anos sem e com rendimento de até 1 salário mínimo.

Na região intermediária de Fortaleza, um dos municípios que se encontra em condições sociais não desejáveis *alta* está o município de Miraíma, com 44,30% dos DPP chefiados por não alfabetizados e 22% é de responsabilidade de pessoas acima de 60 anos sem e com rendimento de até 1 salário mínimo.

Nesse sentido, com os exemplos destacados, percebe-se que os indicadores que mais influenciam em um município estar inserido em condições não desejáveis *alta*, é o indicador relacionado à educação (responsáveis por domicílios não alfabetizados) e o outro relacionado à idade (responsáveis por domicílios acima de 60 anos sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo). No entanto não se aplica a todos, pois, o município de Antonina do Norte que também está na classe *alta*, do total de 2002 domicílios, o indicador que mais influencia é o de mulheres responsáveis por domicílios sem rendimento e com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo (63,09%).

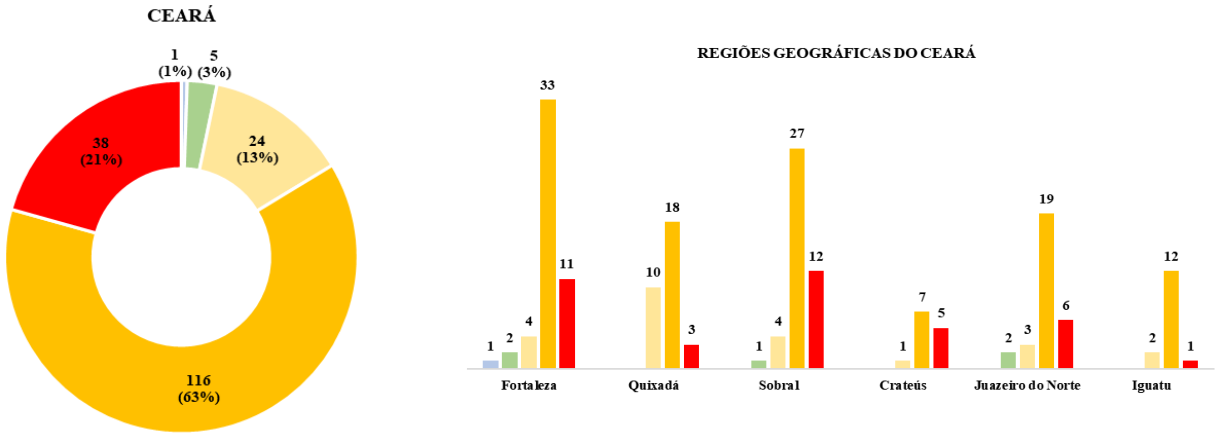
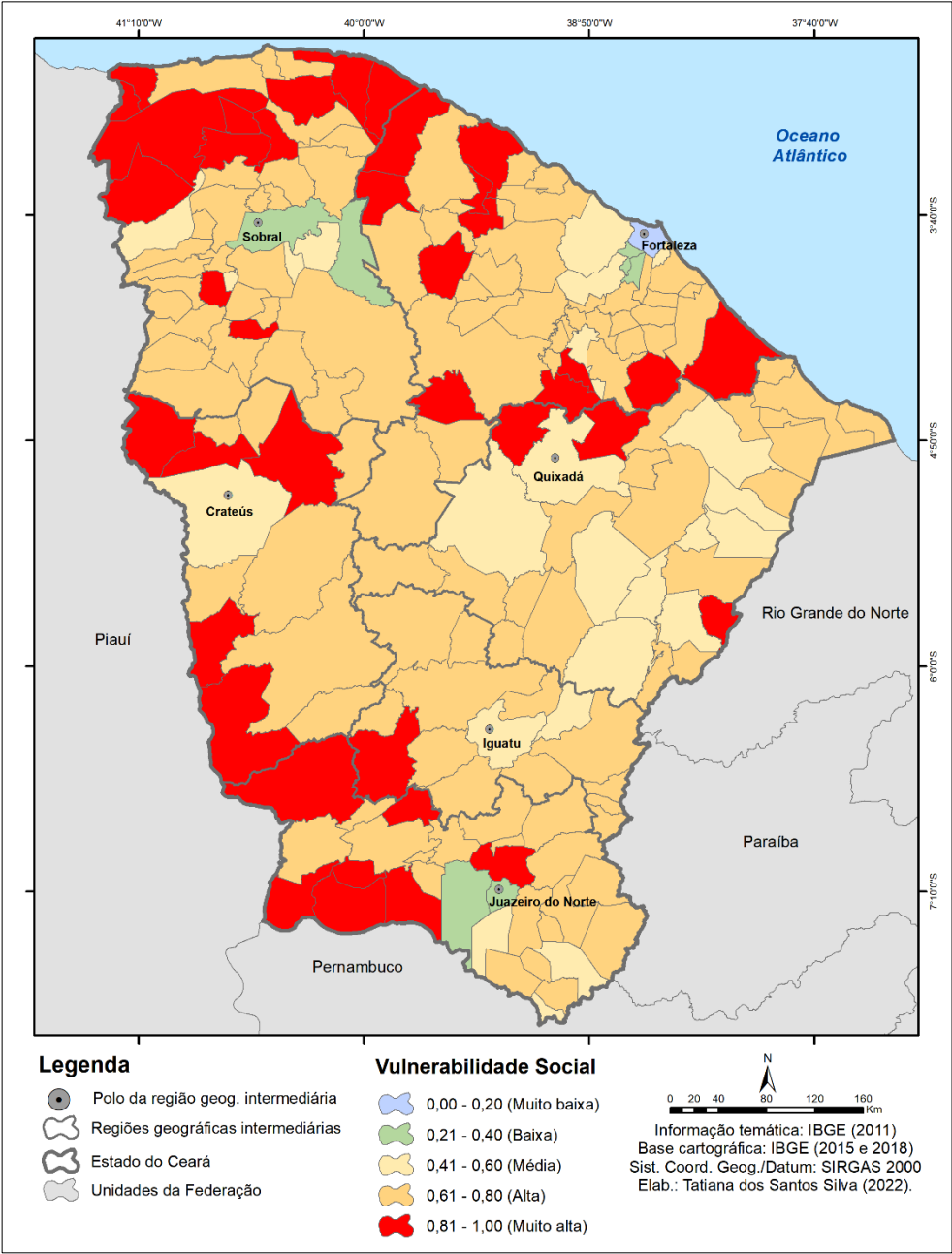
De modo geral, a predominância de municípios está inserida no cenário de situação social *média*, assim, entende-se que a combinação de todos os indicadores relacionados a idade, gênero e educação, que caracterizam a situação social, não coloca o estado em um cenário social tão agravante, se comparados aos indicadores que caracterizam o cenário de infraestrutura e de renda.

6.1.5 Vulnerabilidade social do estado do Ceará

O mapeamento da vulnerabilidade social (Figura 10), resulta da integração dos indicadores de infraestrutura, renda e situação social, a partir disso é possível indicar espacialmente quais municípios apresentam as piores e melhores condições de vida, que reflete diretamente no bem estar da população residente e que influencia diretamente no enfrentamento dessa população na ocorrência de eventos adversos.

De acordo com os mapeamentos sínteses já apresentadas, percebe-se que entre as variáveis selecionadas para cada dimensão existem aquelas que têm influência mais intensa no aumento da vulnerabilidade social, mas que não se aplica para todos os municípios, ou seja, uma variável/indicador que se influencia fortemente em um determinado município, em outro pode haver outra variável que influencie mais.

Figura 10: Vulnerabilidade social por município do estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

A análise do mapa revela uma predominância de municípios com *alta* vulnerabilidade social, correspondendo a 116 municípios, o que representa cerca de 63% do estado. Dos municípios do Ceará, 21% estão na classe de vulnerabilidade social *muito alta*, totalizando 38 municípios, enquanto 13% encontram-se na classe *média*, abrangendo 24 municípios. Apenas 3% dos municípios são classificados em *baixa* vulnerabilidade, com 5 municípios nessa categoria, e 1 município na classe *muito baixa*.

Portanto, 63% do estado enfrenta uma alta vulnerabilidade social, envolvendo mais da metade dos municípios. Essa situação demanda esforços significativos dos governos municipais, estaduais e federais, considerando que é possível identificar os fatores que contribuem para a vulnerabilidade dessas localidades, especialmente no que diz respeito ao fornecimento de serviços públicos essenciais, como educação, saúde, infraestrutura e renda.

Os municípios de vulnerabilidade *alta* encontram-se distribuídos por todas as regiões geográficas intermediárias do estado. Grosso modo, nesses municípios os principais indicadores que o colocam nesse cenário são aqueles relacionados à renda, e os outros oscilam, ora maior influência das condições de infraestrutura, ora a situação de condição social e vice versa, mas a renda é o principal fator que o tornam mais vulneráveis.

Salientando que a vulnerabilidade é resultado da combinação das variáveis que compõem as dimensões de infraestrutura, renda e situação social, 38 municípios estão em vulnerabilidade social *muito alta*, correspondendo a 21% do estado, um número relativamente alto, já que a maioria do estado se encontra em vulnerabilidade *alta*, então existem 38 municípios que apresentam condições piores do que os que já estão na classe *alta*.

Dentre todos os municípios analisados em termos de vulnerabilidade social, destaca-se Salitre, localizado no sul do Ceará, como o mais vulnerável. Um olhar mais detalhado para a precariedade da infraestrutura revela que, dos 3.930 DPP no município, 92,82% não possuem abastecimento de água pela rede geral. Além disso, 94,86% dos DPP não possuem ligação com a rede geral de esgoto ou pluvial, e 65% dos domicílios não contam com o serviço de coleta de lixo. Esses números evidenciam a extrema necessidade de intervenção e investimento nesse município, a fim de melhorar significativamente as condições de infraestrutura e reduzir a vulnerabilidade social.

Referente à renda, o valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 650,40 (seiscentos e cinquenta reais e quarenta centavos) e 95,50% fazem parte dos domicílios sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo. E no tocante a situação social do município, o indicador que tem maior

representatividade é que 53,92% dos domicílios têm como responsáveis pessoas não alfabetizadas.

Nesse sentido, a combinação desses indicadores faz com que o município de Salitre seja o município mais vulnerável do estado do Ceará, já que em todos os aspectos apresenta condições não desejadas e precárias. Todos esses fatores reunidos dificultariam em alto grau a capacidade de resposta da população frente a desastres.

Por outro lado, apenas 6 municípios apresentam condições mais favoráveis, estando dentro da classe de vulnerabilidade social *muito baixa* (Fortaleza) e *baixa* (Maracanaú, Pacatuba, Sobral, Crato e Juazeiro do Norte). No caso de Fortaleza, por ser a capital, existe maior oferta de serviços públicos e infraestrutura, mesmo que ainda seja de baixa qualidade, como no caso dos domicílios sem ligação com a rede geral de esgoto que ainda é de 40,44%, ainda assim apresenta melhores condições em relação ao restante. O rendimento nominal médio mensal dos domicílios em Fortaleza é o maior de todo o estado, sendo R\$ 2.413,9 (dois mil quatrocentos e treze reais e nove centavos).

Maracanaú e Pacatuba apresentam vulnerabilidade social *baixa*, por fazerem parte da Região Metropolitana de Fortaleza possuem de certa forma melhor acesso e cobertura a serviços básicos, inclusive Maracanaú possui um principal distrito industrial no Ceará, desse modo, apresenta melhores condições no quesito de economia, com condições de renda mais satisfatórias, com valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios de R\$ 1.199,2 (mil cento e noventa e nove reais e dois centavos).

Sobral é um município muito influente no Ceará, apresenta condições favoráveis no quesito de infraestrutura, renda no cenário social, o que lhe coloca no lugar de município socialmente menos vulnerável entre os que estão em vulnerabilidade *baixa*. O valor do rendimento médio nominal dos domicílios chega a R\$ 1.441,2 (mil quatrocentos e quarenta e um reais e dois centavos).

E por último Juazeiro do Norte e Crato, nos quais os indicadores que o colocam em vulnerabilidade *baixa* são relacionados principalmente ao quesito de renda. No primeiro, o valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.399,4 (mil trezentos e noventa e nove reais e quatro centavos) e no segundo é de R\$ 1.462 (mil quatrocentos e sessenta e dois reais).

Juazeiro do Norte é um grande centro comercial da região do Cariri no sul do Ceará e anualmente atrai milhares de pessoas por ser também um centro de turismo religioso. A vulnerabilidade do referido município diz respeito principalmente a questão de domicílios sem ligação com a rede geral de esgoto com 65,46% dos domicílios, e ao fator de domicílios sem

rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo (82,01%). Juntamente com o Crato e Barbalha formam um aglomerado urbano de influência chamado CRAJUBAR, então a cobertura de acesso a serviços públicos básicos é maior.

Outra coisa que se percebe é que os municípios que apresentam vulnerabilidade social *média* e não *alta*, localizam-se justamente próximos ou fazem limite com aqueles de maior influência e que apresentam vulnerabilidade social *muito baixa* ou *baixa*. Tendo como exemplo do município de Caucaia, que faz limite com Fortaleza, Forquilha com Sobral e Barbalha que faz limite com Juazeiro do Norte e Crato.

6.2 Dias Secos Consecutivos (DSC): municípios suscetíveis a seca e estiagem

O indicador ambiental utilizado para obtermos a suscetibilidade dos municípios suscetíveis a seca e estiagem são os Dias Secos Consecutivos (DSC). Foi considerado um dia seco aquele cuja precipitação foi inferior a evapotranspiração de referência (ET_0). Com base nos estudos realizados por Cabral Júnior e Bezerra (2018) foi adotado uma evapotranspiração de referência o valor médio de 5mm/dia.

O estado do Ceará por estar inserido numa região de clima semiárido, já apresenta uma pré-disposição a períodos de secas e estiagens. A partir da obtenção dos dados pluviométricos da FUNCEME para o período de 1990 a 2021, isto é, uma série histórica de 32 anos, somando-se o total de dias secos consecutivos de todos os municípios dentro dessa série, o Ceará registrou uma quantidade de aproximadamente 936.194 dias secos consecutivos.

Com os longos períodos de seca na história do Ceará, dentro da série histórica trabalhada destacam-se os anos de 1990; 1992-1993; 1997-1998; 2002-2003; 2012-2016. Esses anos influenciaram diretamente no planejamento dos Recursos Hídricos do Ceará em relação a sua infraestrutura hídrica (CEARÁ, 2022). As ações implantadas no estado ao longo dos anos deram suporte ao enfrentamento da seca e buscaram garantir o abastecimento de água à população. Mas a insegurança hídrica municípios existe e precisa-se intensificar a aplicação de recursos e estratégias para minimizar os efeitos da seca.

Nesse contexto dos efeitos da seca, de acordo com Neves *et al.*, 2010, segue a seguinte argumentação:

O limitado acesso à água compromete a garantia de produção de alimentos, gerando impactos negativos na saúde das famílias, principalmente de crianças e mulheres, as principais responsáveis pela captação e gestão dos recursos hídricos nessas áreas. Compromete ainda a possibilidade de um exercício pleno da cidadania e da construção de uma vida autônoma para as famílias rurais. Embora seja um bem público e um direito fundamental, a água é tratada como moeda de troca pelos mecanismos de dominação e centralização que controlam a sua oferta, afetando, assim, a própria democracia (NEVES *et al.*, 2010, p.8).

No mapa de suscetibilidade (Figura 11) é possível identificar quais municípios apresentam maior grau de suscetibilidade a seca e estiagem no estado, com base nos DSC.

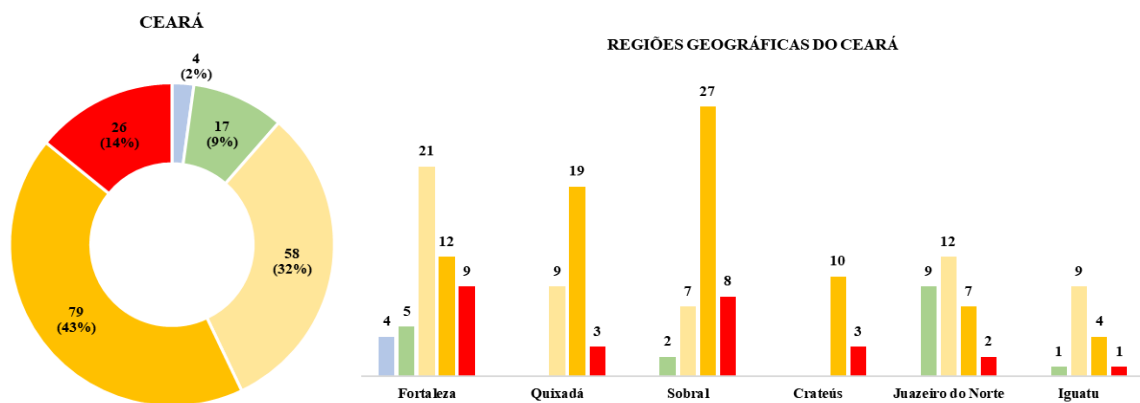
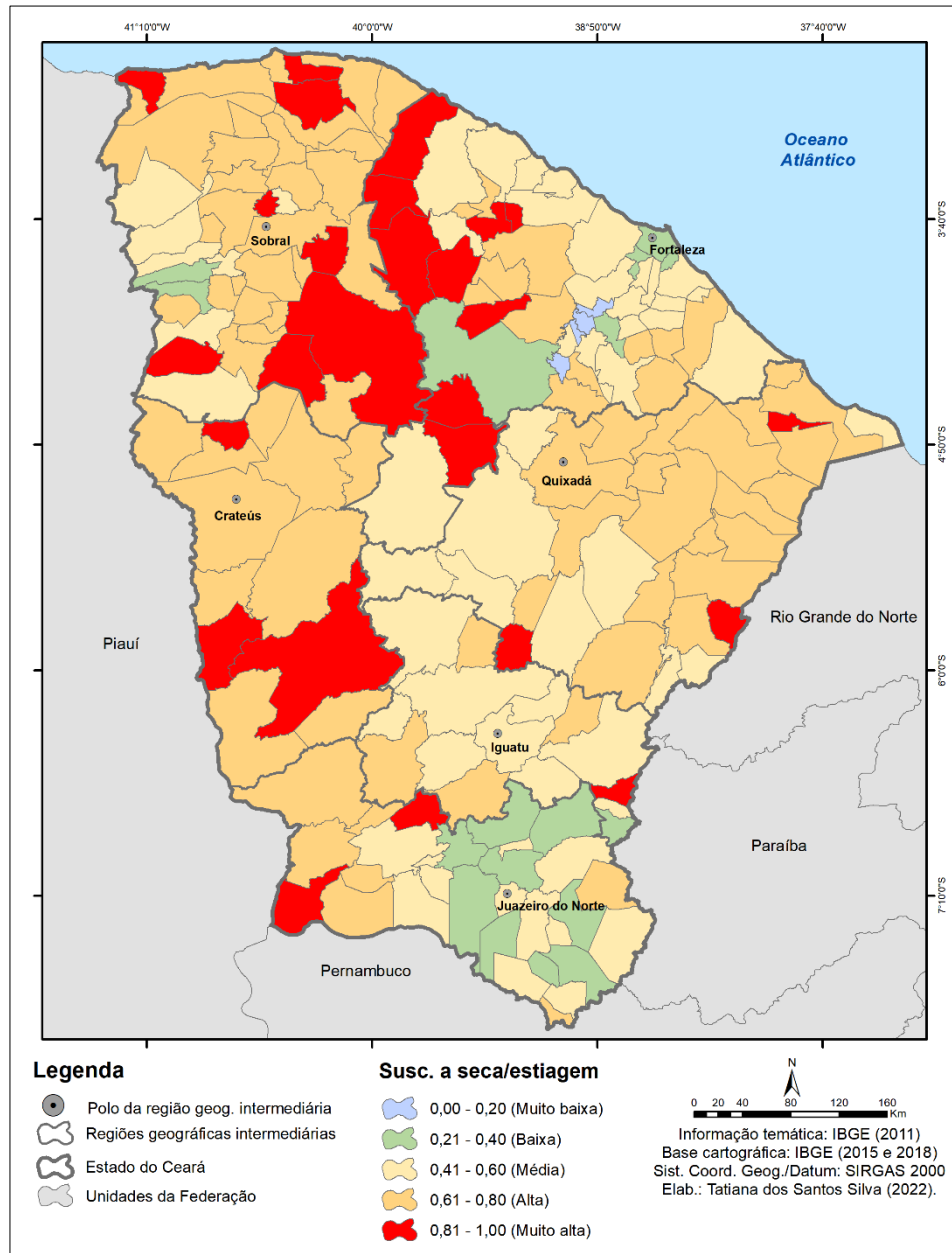
Baseado no indicador dos DSC, 26 municípios estão inseridos num grau de suscetibilidade *muito alta*, que corresponde a 14% do total de municípios. Eles estão distribuídos nas diferentes regiões intermediárias do Ceará (Quadro 4):

Quadro 4: Municípios com grau de suscetibilidade a seca e a estiagem muito alta no Ceará

MUNICÍPIOS	REGIÃO INTERMEDIÁRIA	REGIÃO DE PLANEJAMENTO	MÉDIA DSC
Salitre	Juazeiro do Norte	Cariri	199
Tarrafas	Juazeiro do Norte	Cariri	202
Umari	Iguatu	Centro-Sul	186
Quiterianópolis	Crateús	Sertão dos Inhamuns	187
Tauá	Crateús	Sertão dos Inhamuns	186
Dep. Irapuan Pinheiro	Quixadá	Sertão Central	186
Potiretama	Quixadá	Vale do Jaguaribe	193
Itaiçaba	Quixadá	Litoral Leste	193
Madalena	Fortaleza	Sertão de Canindé	191
Itatira	Fortaleza	Sertão de Canindé	199
Santa Quitéria	Sobral	Sertão dos Crateús	195
Forquilha	Sobral	Sertão de Sobral	192
Hidrolândia	Sobral	Sertão dos Crateús	198
Ararendá	Crateús	Sertão dos Crateús	193
Croatá	Sobral	Serra da Ibiapaba	186
Alcântaras	Sobral	Sertão de Sobral	186
Irauçuba	Fortaleza	Litoral Oeste	207
Tejuçuoca	Fortaleza	Litoral Oeste	186
Paramoti	Fortaleza	Sertão de Canindé	197
Miraíma	Fortaleza	Litoral Oeste	190
Amontada	Fortaleza	Litoral Oeste	195
Umirim	Fortaleza	Litoral Oeste	186
São Luís do Curu	Fortaleza	Grande Fortaleza	188
Cruz	Sobral	Litoral Norte	203
Bela Cruz	Sobral	Litoral Norte	213
Barroquinha	Sobral	Litoral Norte	205

Elaboração: autora (2023).

Figura 11: Suscetibilidade a seca e a estiagem por município no estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

No cenário acerca da suscetibilidade a seca e estiagem no Ceará há uma predominância principalmente de municípios em um grau de *alta* e *média* suscetibilidade, 43% e 32% respectivamente. Na classe de *baixa* suscetibilidade apenas 9% e na classe *muito baixa* somente 2% dos municípios. Os municípios com suscetibilidade *alta* e *muito alta* estão presentes em todas as regiões do estado, mas, sobretudo nos sertões da região intermediária de Crateús e Sobral.

As secas e as estiagens são eventos que ocorrem com mais frequência na região do Nordeste. No caso do Ceará, que tem uma propensão a esse cenário, acomete uma parcela significativa da população mais vulnerável a esses eventos. Dentre os municípios destacados pela suscetibilidade *muito alta*, Bela Cruz, na região intermediária de Sobral (Litoral Norte) se apresentou como o município mais suscetível, com uma média de 213 DSC no recorte temporal analisado. A maior observação nesse município foi 281 dias consecutivos sem precipitação no ano de 2020 estendendo-se até 2021, ou seja, aproximadamente 7 meses sem chuvas ou chuvas abaixo de 5mm/dia.

Na região intermediária de Fortaleza (Litoral Oeste), Iruçuaba se apresenta como o município mais suscetível, com uma média de 207 DSC e com maior observação no ano de 1998 continuando até 1999 com 288 dias sem chuva.

Itaíba (Litoral Leste) e Potiretama (Vale do Jaguaribe) são os mais suscetíveis na região intermediária de Quixadá, com uma média de 193 DSC para o recorte temporal analisado. Itaíba chegou a apresentar no ano de 2004, 297 dias consecutivos sem chuva indo para o ano de 2005, e Potiretama em 1992 adentrou o ano de 1993 sem chuvas, somando 345 dias consecutivos sem precipitação.

Ararendá, na região intermediária de Crateús, conviveu com 281 dias secos continuados de 2008 até 2009. Na região intermediária de Juazeiro do Norte e Iguatu, o município que apresentou maior suscetibilidade foi Tarrafas, com uma média de 202 DSC na análise da série história. A maior quantidade de dias sem precipitação foi 275, no ano de 2012 seguindo para 2013. Salienta-se que 2012 foi o ano de entrada para uma das secas mais severas no Nordeste e que chegou a quatro anos de duração até 2015, quatro anos mais crítico em termos de totais de chuva desde 1911 (MARTINS; MAGALHÃES, 2015).

A problemática da falta de precipitação por mais de centenas de dias seguidos provoca muita preocupação aos moradores que convivem no semiárido cearense, principalmente dos interiores e zonas rurais, pelo acesso muito limitado à água até para necessidades básicas diárias. Diante disso, convivem diante da incerteza sobre a ocorrência de precipitações significativas ano a ano.

Existe um programa que tem o objetivo de garantir o abastecimento de água para milhões de pessoas em áreas rurais do semiárido brasileiro. Muitos moradores das zonas rurais do Ceará foram contemplados, porém, ainda com a dificuldade de custear a mão de obra do serviço, por se tratar de famílias com renda baixa, influenciando na efetividade do programa.

Trata-se do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), o programa propõe a implementação de cisterna de placas, com capacidade de armazenamento de até 16 mil litros de água, com a intensão de abastecer uma família durante o período sem chuvas. A cisterna é construída no entorno da casa e recolhe água das chuvas precipitadas nos telhados das residências por meio de calhas. (NEVES *et al.*, 2010). É importante salientar que a infraestrutura da residência influencia na capacidade, qualidade e aproveitamento dessas chuvas, visto que as casas de estrutura muito pequena, telhados ruins comprometem o acúmulo e qualidade das águas.

Quando se trata dos municípios menos suscetíveis, é importante destacar que o Ceará apresenta alguns ambientes de exceção, em que maiores índices pluviométricos se evidenciam. De acordo com Bastos, Cordeiro e Silva (2017) as serras úmidas do Ceará, como a Serra de Baturité, se caracterizam pelas altitudes dos relevos. A altitude desses relevos e a sua disposição, face à umidade proveniente do litoral, “faz com que eles apresentem elevados índices pluviométricos, justificando sistemas naturais com dinâmica ambiental completamente diferente daquela que ocorre nas superfícies sertanejas circunvizinhas” (BASTOS; CORDEIRO; SILVA, p. 167, 2017).

Dessa forma, apenas 2% dos municípios encontram-se numa suscetibilidade *muito baixa*, são eles: Aratuba, Guaramiranga, Pacoti e Palmácia, localizados no Maciço de Baturité, região intermediária de Fortaleza. O município de Guaramiranga por exemplo, apresenta uma média de 71 DSC numa série de 32 anos, a maior observação foi de 161 dias sem chuva no ano de 2019, nos demais anos, o número de DSC são inferiores.

Na classe de *baixa* suscetibilidade há apenas 9% do estado, havendo uma concentração na região intermediária de Juazeiro do Norte, são os municípios de Brejo Santo, Porteiras, Milagres, Barbalha, Crato, Caririaçu, Farias Brito, Várzea Alegre, Lavras da Mangabeira.

No mais, o estado do Ceará é uma região propensa ao cenário de seca e estiagem, visto que a maioria de seus municípios se inserem em uma característica de suscetibilidade elevada em relação a esses eventos. A soma dos municípios em suscetibilidade *alta* e *muito alta* equivale a 57%. Acredita-se, dessa forma que a utilização dos DSC é um bom indicador na contribuição para análise de municípios que apresentam uma maior ou menor suscetibilidade a seca e estiagem. O máximo de DSC mostra o quão pode ser difícil a convivência com o semiárido

quando o acesso à água, o abastecimento e às infraestruturas hídricas ocorrem de maneira desigual.

6.3 Mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem por município do estado do Ceará

Haja vista os cenários de vulnerabilidade social e suscetibilidade a seca e a estiagem no estado do Ceará, foi possível identificar aqueles municípios que apresentam maior grau de vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem. Em síntese, a vulnerabilidade socioambiental resulta da sobreposição de estruturas socioeconômicas que produzem simultaneamente condições de vida precárias e ambientes suscetíveis a eventos adversos, se expressando também como menor capacidade de redução e enfrentamento dos riscos de desastres (FREITAS *et al.*, 2012).

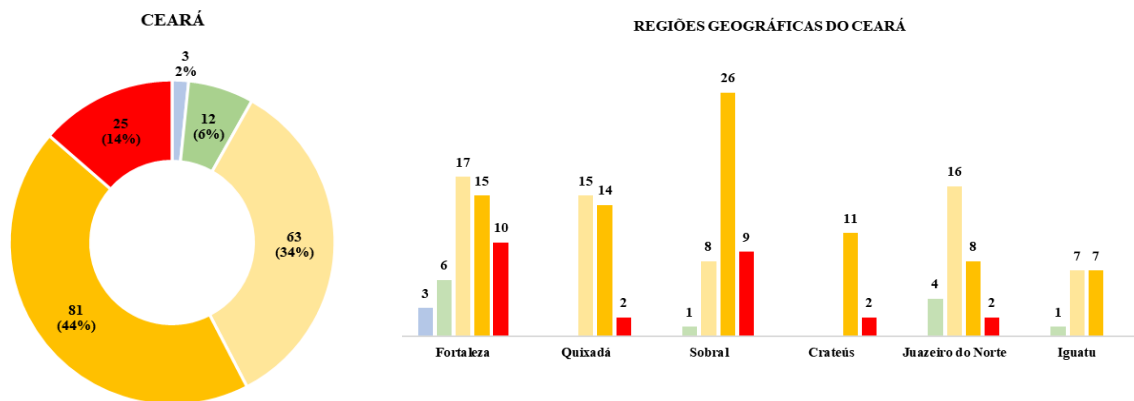
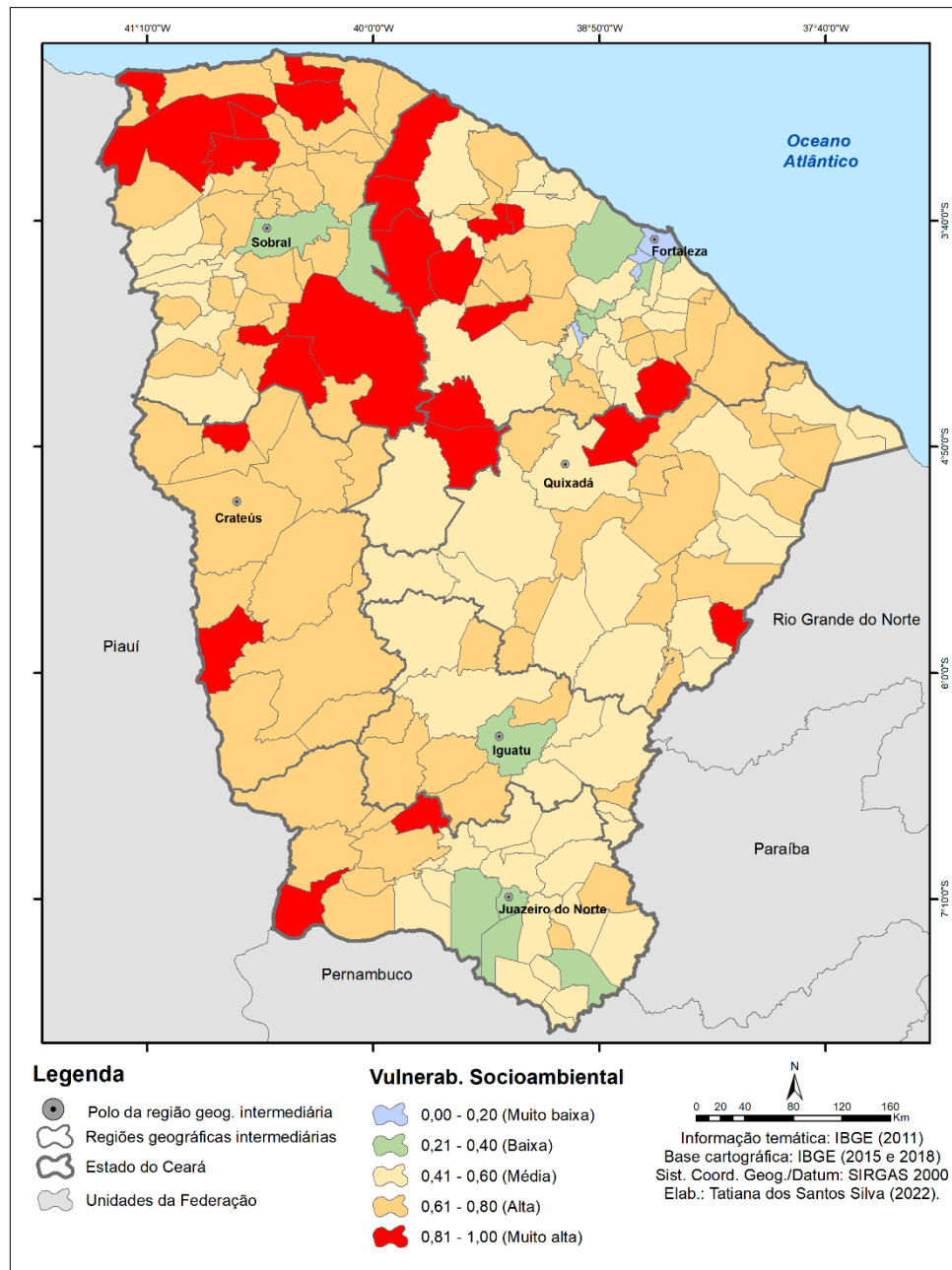
Entre as regiões do país, a área geográfica do semiárido constitui-se como a que possui as mais fortes características ambientais e climáticas que favorecem episódios de seca. Além disso, esses aspectos somados a fatores sociais e econômicos fazem com que esta área seja marcada por desigualdades e situações de vulnerabilidade socioambiental, potencializando os impactos da seca nas condições de vida da população (ALPINO; FREITAS; COSTA, 2014).

Segundo Alpino, Freitas e Costa (2014) a indisponibilidade de água, seja por questões meteorológicas ou hidrológicas, faz com que a seca resulte em vários impactos ambientais e socioeconômicos. O mais significativo é a escassez de água, que na maioria das vezes, determinada população dependerá de carros pipas, com qualidade de água comprometida, ou em quantidade inadequada, promovendo perdas nas plantações, na criação de animais, menor consumo para população e entre outros.

Esta é a realidade de muitos municípios no Ceará, que mesmo com essas questões, é a única alternativa para reduzir os efeitos do período seco. Dessa forma, a seca não se torna um desastre por questões somente relacionadas à questão pluviométrica, mas também por diferentes processos sociais, econômicos e políticos relacionados às condições de vulnerabilidade social e ambiental do território.

Assim, considerando a sobreposição dos indicadores de vulnerabilidade social e suscetibilidade para o Ceará, o resultado (Figura 12) mostra que 81 municípios se encontram em um alto grau de vulnerabilidade socioambiental, correspondendo a 44%, na classe *média* 34%, na classe *muito alta* 14%. Apenas um total de 15 municípios apresentam uma vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem *baixa* e *muito baixa*.

Figura 12: Vulnerabilidade Socioambiental a seca e a estiagem por município no estado do Ceará



Elaboração: Tatiana dos Santos Silva

Os municípios em condições não desejáveis estão distribuídos por todas as regiões do estado, mas concentram-se principalmente próximos aos sertões de Crateús e Sobral. Observa-se que há uma conformidade no resultado da vulnerabilidade socioambiental em relação aos mapeamentos anteriores, ou seja, aqueles municípios que mostraram vulnerabilidade social alta/muito alta e são altamente suscetíveis a seca e estiagens, apresentaram consequentemente um alto grau de vulnerabilidade socioambiental.

A partir dos dados analisados, Salitre, ao sul do Ceará, apresentou o maior grau de vulnerabilidade socioambiental. É um resultado esperado, visto que foi identificado também como o município com o maior grau de vulnerabilidade social no quesito das variáveis ligadas à renda, infraestrutura e situação social. Essas condições, somadas ao alto índice de suscetibilidade a seca, coloca o município de Salitre em uma posição não desejável bastante preocupante.

Retomando o cenário de vulnerabilidade social do município, 92,82% domicílios particulares permanentes não possuem abastecimento de água pela rede geral, 94,86% dos DPP não estão ligados à rede geral de esgoto ou pluvial e 65% não possuem coleta de lixo. Referente à renda, o valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 650,40 (seiscentos e cinquenta reais e quarenta centavos) e 95,50% dos DPP fazem parte dos domicílios sem rendimento e com rendimento nominal mensal *per capita* de até 1 salário mínimo. E no tocante a situação social do município, o indicador que tem maior representatividade é que 53,92% dos domicílios têm como responsáveis pessoas não alfabetizadas.

Em 2006 para 2007, Salitre registrou uma sequência de 277 dias com ausência de chuva, meses longos para a população conviver com a falta de água, já que 92,82% dos domicílios não possuem abastecimento de água pela rede geral, mas sim somente 7,18%. Mesmo que exista a tentativa de a própria população buscar por alternativas para amenizar os efeitos do longo período sem chuvas, há o empecilho da renda, que não é suficiente para suprir todas as necessidades básicas de uma família, ainda tem de se preocupar com o consumo de água. Por exemplo, os domicílios que possuem cisternas, precisam comprar água de carro pipa, muitas vezes de pequenos açudes mais próximos de baixa qualidade para abastecer a própria cisterna. Esse fator compromete bastante a qualidade de vida das famílias.

Outros municípios também apontam um elevado grau de vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem. Na região intermediária de Juazeiro do Norte, além de Salitre, o município de Tarrafas também está em posição de vulnerabilidade *muito alta*, que no caso o que mais pesa e o coloca neste cenário, é indicador suscetibilidade e as variáveis ligadas ao indicador de renda e infraestrutura. Na porção oeste do estado, com exceção dos municípios

que fazem parte da região da Serra da Ibiapaba e o município de Sobral, o restante está inserido na classe *alta* e *muito alta* vulnerabilidade socioambiental.

Apenas 15 municípios inseridos nas classes de *baixa* e *muito baixa* vulnerabilidade, são eles: Fortaleza, Guaramiranga, Maracanaú, Aratuba, Barbalha, Brejo Santo, Caucaia, Crato, Eusébio, Iguatu, Juazeiro do Norte, Pacatuba, Pacoti, Palmácia e Sobral.

Os aspectos negativos ligados a infraestrutura nesses municípios são menos expressivos que nos demais, mas não significa que a população residente em geral não apresenta dificuldades no enfrentamento aos efeitos dos longos períodos de estiagem e seca, pois no tocante à renda, por exemplo, literalmente todos eles apresentam condições não desejáveis *alta* e *muito alta*, e somente 1% do estado se encontra num quadro de melhores condições de renda, que são os municípios de Fortaleza e Jaguaratama.

Nesse sentido, no caso desses 15 municípios, o que o colocam em um campo de vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem mais baixas é o indicador referente à suscetibilidade que não é tão alta, devido seus fatores físico-naturais, e a média de DSC é menor que nos municípios de alta suscetibilidade.

7 Considerações Finais

Os resultados adquiridos através da realização desta pesquisa mostram a importância da compreensão acerca dos fatores e aspectos que tornam as populações vulneráveis. Constatou-se que 84% de todo estado encontra-se em condições de vulnerabilidade não desejáveis, variando entre vulnerabilidade *alta* e *muito alta*. Esse percentual é resultado da combinação de diferentes variáveis que compõe as dimensões de infraestrutura, renda e situação social dos municípios.

A visão integrada dos indicadores de infraestrutura, renda e situação social dos municípios, permitiram identificar de forma espacial as piores e melhores condições da população em cada município, ajudando a compreender que a vulnerabilidade social está diretamente relacionada com o bem estar da população residente, visto que a falta de acesso a infraestrutura básica, baixas rendas por DPP e situação social da população limitam as capacidades das pessoas em enfrentar eventos mais severos, como um período de seca prolongado.

O fator infraestrutura é de extrema importância no enfrentamento de eventos de seca, pois influencia diretamente o acesso à água. Investimentos em infraestrutura são essenciais para garantir a segurança e capacidade de enfrentamento às secas. O outro fator crucial é renda, pois dependendo da situação financeira de determinado grupo, isso influenciará de forma muito intensa os meios de enfrentamento a ausência de chuva por meses consecutivos. Quanto menor acesso a recursos financeiros, mais difícil será a resposta aos desafios impostos pela seca. E por fim, a situação social dos DPP, como mulheres chefes de família, idosos e jovens chefes de família que apresentam dadas particularidades, nesse caso, programas sociais podem ajudar como forma de auxílio em períodos de seca.

No caso do Ceará, a dimensão de renda é o principal agravante no cenário de vulnerabilidade social do estado, com praticamente todos os municípios inseridos em condições de renda não desejáveis *muito alta* (160 municípios), número elevado que corresponde a 87% do estado. Somados aos que estão incluídos em condições não desejáveis na *classe alta* (20 municípios – 11%), piora ainda mais o cenário do estado no que se refere a renda.

Com a realização da pesquisa foi possível identificar um cenário de suscetibilidade a seca e a estiagens para o estado do Ceará, mostrando quais os municípios são mais suscetíveis a esses eventos climáticos. Com a espacialização percebeu-se que 26 municípios estão inseridos num grau de suscetibilidade *muito alta*, que corresponde a 14% do total de municípios e 79 municípios (43%) na classe *alta*. Essa suscetibilidade somada aos fatores de cunho social,

possibilitou a identificação dos graus de vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem dos municípios do estado.

No Ceará, 81 municípios estão em uma classe de vulnerabilidade socioambiental *alta* e 25 municípios com vulnerabilidade socioambiental *muito alta*, compreendendo 58% do estado. O município de Salitre foi identificado como o município com o mais elevado grau de vulnerabilidade socioambiental a seca e a estiagem. Portanto, é essencial que políticas públicas e investimentos em infraestrutura hídrica sejam mais concretos e aplicados a realidade de Salitre e do restante dos municípios cearenses que também apresentam altos níveis de vulnerabilidade socioambiental. É importante ressaltar que os resultados são com base em dados oficiais do IBGE, do censo de 2010.

A sobreposição dessas características sucedeu em um quadro numeroso de municípios em vulnerabilidade socioambiental elevada, mesmo que já existam políticas públicas, elas não são ainda capazes de propiciar a igualdade de acesso a serviços públicos de saneamento básico de qualidade e os demais fatores que contribuiriam para melhorar as condições de vida do contingente populacional que vive nesses municípios em condições de vulnerabilidade.

É fundamental que o Poder Público, em todos os níveis (municipal, estadual e federal) assuma um papel ativo de implementação de políticas públicas e investimentos que promovam a resiliência das comunidades afetadas pelos impactos da seca. Isso inclui o fornecimento de infraestrutura adequada, melhoramento de acesso à água, saneamento básico, além do fortalecimento da educação e consequentemente melhorias na renda.

Por efeito da pandemia de COVID-19, as variáveis quantitativas não puderam ser atualizadas para o ano de 2022, utilizando-se assim os dados do censo do ano de 2010. Apesar disso, foi possível verificar os múltiplos fatores que colocam os municípios cearenses em condição de vulnerabilidade. Espera-se que com os dados mais recentes do censo, a realidade da vulnerabilidade para o estado tenha apresentado melhoras, fica em aberto a possibilidade para pesquisas futuras.

Referências

- ALPINO, T. M. A. de; FREITAS, C. M. de; COSTA, A. M. Seca como um desastre. **Ciência e Trópico**. Recife, v.38. n.1, p. 87-135, 2014. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/39605/2/seca%20como%20um%20desastre%20carlos%20freitas.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2022.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 2010. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>. Acesso em: 15 set. 2021.
- ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia (a science of the risks and vulnerabilities to geography). **Mercator**. Fortaleza, v.10, n. 23, p. 83-99, 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/559>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- ALVINO-BORBA, A. *et al.* Desastres naturais no Brasil e no mundo: uma análise holística com ênfase nos impactos dos eventos hidrológicos e meteorológicos. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n. 9, p. 73718-73740, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17562/14251>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais. **Revista Ambiente e Sociedade**. São Paulo, v. 24, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/sSmMZfvG9pzXpG7zPMHx6Pd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 nov. 2021.
- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 43-59, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v23n1/v23n1a04.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- AVILA, M. R. R.; MATEDDI, M. A. Desastre e território: a produção da vulnerabilidade a desastres na cidade de Blumenau/SC. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. p.187-202, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/4HwF7WR7HWypVjbqyNVGbkP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jun.2022.
- BARROS, R. P. de.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Desigualdade e pobreza no Brasil: retrato de uma estabilidade inaceitável. **Revista brasileira de ciências sociais**. v.15, n. 42, p. 123-142, 2000. Disponível em: <https://www.tjam.jus.br/phocadownloadpap/desigualdadeepobrezanobrasil.pdf> Acesso em: 23 jan. 2023.
- BASTOS, F. H. de; CORDEIRO, A. M. N. Propriedades geomorfológicas das rochas e suas repercussões no relevo do estado do Ceará – Brasil. XI SINAGEO: **Geomorfologia: compartimentação da paisagem, processo e dinâmica**. Paraná, p. 2-8, 2016. Disponível

em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-210-1667.html#:~:text=O%20estado%20do%20Cear%C3%A1%20apresenta,representados%20por%20dep%C3%B3sitos%20sedimentares%20ceno%C3%B3icos>. Acesso em: 07 set. 2023.

BASTOS, F. H. de.; CORDEIRO, A. M. N.; SILVA, E. V. da.; Aspectos geoambientais e contribuições para estratégias de planejamento ambiental da Serra de Baturité/CE. **Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 13, n. 21, p. 163–198, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6947> Acesso em: 29 jan. 2023.

BATISTA, A. L.; COSTA, L. V. Domicílios chefiados por mulheres e pobreza no Brasil: uma análise de 2011 a 2015. **Revista Feminismos**. v.7, n. 3, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/feminismos/article/view/36446> Acesso em: 12 abr. 2022.

BURITI, C. O. de.; BARBOSA, H. A. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformam o semiárido brasileiro?**. 1.ed. Portugal: Chiado Editora, 2018.

BRANDÃO, R. L. de; FREITAS, L. C. B. **Geodiversidade do estado do Ceará**. CPRM, Fortaleza, 2014.

BRASIL. Instituto Nacional do Semiárido. **Semiárido brasileiro**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro> Acesso em: 21 out. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional do Semiárido - INSA. **Mapa do Recorte do Semiárido Brasileiro**. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/mapas/mapas-em-pdf/recorte_sab.pdf/view Acesso em: 01/04/2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Banco de dados e registros de desastres: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID. 2013. Disponível em: <http://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em: 18 out. 2013.

BRASIL: Monitor de secas/Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=5&ano=2023> Acesso em: 29 jun. 2023.

CABRAL JÚNIOR, J.B.; BEZERRA, B.G. Análises da evapotranspiração de referência e do índice de aridez para o Nordeste do Brasil. **REGNE**, v.4, n.1, p. 71- 89. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/14746>. Acesso em: 01 abr. 2022.

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na Macrometrópole Paulista. **Cadernos Metrópole**, v.22, p.397-416, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/Z5xJKs6ZfmrCSrrVkCCR6S/?lang=pt>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CARDONA, O. D. *et al.* Determinants of risk:exposure and vulnerability. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK; New York, NY, USA: Cambridge University Press, p. 65-108, 2012.

CASTRO, A. L. C. de. *et al.* **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. Disponível em:

https://www.campinas.sp.gov.br/governo/secretaria-de-governo/defesa-civil/desastres_naturais_vol1.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

CASTRO, M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES DO RIO, G. A. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro: UFRJ, v.28, n.2, p.11-30, 2005. Disponível em: file:///D:/Downloads/Risco_Anuario_2005.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

CEARÁ. **Planos de recursos das regiões hidrográficas do Ceará**. Diagnóstico da região hidrográfica da serra da Ibiapaba, Fortaleza, 2021.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno da bacia hidrográfica do rio Acaraú: **informações sobre saneamento básico**. Fortaleza: INESP, 2020.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno da bacia hidrográfica do rio Coreaú: **informações sobre saneamento básico**. Fortaleza: INESP, 2020.

CEARÁ. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). **Comitês de Bacias Hidrográficas**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/comites-de-bacias-hidrograficas/>. Acesso em: 05 jul. 2022.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos, SRH. **Histórico**, 2022. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/historico/> Acesso em: 18 jan. 2023.

CEPAL, N. **Report of the Subregional Preparatory Meeting for South America: Towards the Ninth Session of the Regional Conference on Women in Latin America and the Caribbean**, 2004. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/16578>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CEPED UFSC. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995-2019**. Banco Mundial. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. [Organização Rafael Schadeck] – 2. ed. – Florianópolis: FAPEU, 2020.

CORREIA, L. A. M. B. Vulnerabilidade socioambiental: análise da cidade de Natal/RN a partir do índice geral de vulnerabilidade socioambiental por bairro. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/21589/1/LaisArianeMartinsBarbosaCorreia_DISSERT.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

CUNICO, C. **Do Risco à Adaptação: a Identificação da Vulnerabilidade Socioambiental de Curitiba** – PR. 2013, 269 f. Tese. (Doutorado em Geografia). Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPR, Curitiba, 2013.

CUNICO, C. *et al.* Metodologias para identificação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos hidroclimáticos na Paraíba. In: SILVA, A. B; GALVÃO, J. C.; LUCENA, D. B. (Orgs.). **PARAÍBA 4: Pluralidade e representações geográficas**. Campina Grande: EDUEFG, 2021. (No prelo). p. 01- 25.

CUTTER S.L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n. 4, p.529-539, 1996. Disponível em:
file:///D:/Downloads/Societal_Vulnerability_to_Environmental_Hazards.pdf acesso em: 11 out. 2021.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, 84: 242 – 261. 2003. Disponível em:
<https://www.d.umn.edu/~pfarrell/Natural%20Hazards/Readings/Cutter.%20Socail%20Vulnerability.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

CUTTER, S. L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. **The National Academy of Sciences of the USA**, v. 105, n.7, p. 2301-2306, 2008. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/5584494_Temporal_and_Spatial_Changes_in_Social_Vulnerability_to_Natural_Hazards. Acesso em: 11 out. 2021.

CLAUDINO-SALES, V. C. **Megageomorfologia do Estado do Ceará**: História da Paisagem Geomorfológica. Saabruken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.
DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/531>. Acesso em: 08 abr. 2021.

CÉSAR D. Região Nordeste possui quase metade de toda a pobreza no Brasil. FECOP. **Fundo estadual de combate à pobreza**. 2020. Disponível em:
<https://www.fecop.seplag.ce.gov.br/2020/11/20/regiao-nordeste-possui-quase-metade-de-toda-a-pobreza-no-brasil-segundo-ibge/> Acesso em: 21 jan. 2023.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3ed. Embrapa: Brasília, 2013.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos – Mesorregião do sul cearense** / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, 2012. Disponível em:
http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/02/LEVANTAMENTO_DE_RECONHECIMENTO_DOS_SOLOS.pdf f . Acesso em: 03 abr. 2021.

FREIRE, N. C. F.; BONFIM, C. V. do; NATENZON, C. E. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**. p. 3755- 3762, 2014. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csc/a/7ZHTp8Z9frPgCh3zLrtR5RD/abstract/?lang=pt> Acesso em: 4 nov. 2021.

FREITAS, *et al.* Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: Lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1577-1586, 2012. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csc/a/3YPnvszHvbSWHmJWLbPDWMM/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 22 jan. 2023.

GIRÃO, I. F. R.; RABELO, D. R.; ZANELLA, M. E. Análise teórica dos conceitos: Riscos Socioambientais, Vulnerabilidade e Suscetibilidade. **Revista do Regne**, Natal, volume especial, n. 4, p. 71-83, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/13273/9468> Acesso em: 4 nov. 2021.

GOMES, M. A.; PEREIRA, M. L. D. Família em Situação de Vulnerabilidade Social: uma questão de políticas públicas. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 357-363, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/tw4jYGw65NMVCC4ryKNKzPv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2022.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR. E. Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade, p. 23 – 50. In: CUNHA, J. M. P. (org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2006. Disponível em: http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/vulnerabilidade/arquivos/arquivos/vulnerab_cap_I_pgs_21-50.pdf. Acesso em: 12 jun. 2021.

IBGE. Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/ . Acesso em: 28 mar. 2021.
IBGE. Cidades@. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/23/25207?indicador=25191> Acesso em: 02 nov. 2021.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em Mapas**. Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/> Acesso em: 31 mar. 2021.

JANCZURA, R. Risco ou vulnerabilidade social? **Textos & Contextos**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301 - 308, 2012. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fass/article/view/12173>. Acesso em: 21 maio 2021.

LAMPIS, A.; CAMPELLO, P. T.; JACOBI, P. R.; LEONEL, A. L. A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. **O Social em Questão**, v.48, p.75-96, 2020. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_48_Art_3.pdf. Acesso em: 10 jul. 2022.

LICCO, E. A. Vulnerabilidade social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Petrópolis, Rio de Janeiro. **InterfacEHS Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v.8, n. 1. p. 25-41, 2013. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/2_DOSSIE_vol-8n1.pdf Acesso em: 27 out. 2021.

LIMA, M. G.C.; GIRÃO, O. Considerações Teóricas sobre a Dinâmica Superficial em Ambientes Tropicais Áridos e Semiáridos: Aplicação ao semiárido do Nordeste Brasileiro. **Espaço Aberto**, PPGG-UFRJ, v.10, n.2, p. 9-26, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/31401> Acesso em: 20 jan. 2023.

MAGALHÃES, A. R. Vida e seca no Brasil, p. 19-35. In: NYS, E. de; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (Org.). **Secas no Brasil**: políticas e gestão proativas. Centro de Gestão

e Estudos Estratégicos, Brasília, 2016. Disponível em:

https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/seca_brasil-web.pdf. Acesso em: 01 jul. 2022.

MARTINS, E. S. P. R.; MAGALHÃES, A. R. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. **Políticas nacionais da seca**. Brasília. v. 20, n. 41, p. 107-128, 2015. Disponível em: <https://www.iciet.fiocruz.br/sites/www.iciet.fiocruz.br/files/A%20seca%20de%202012-2015%20no%20NE%20e%20seus%20impactos.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D.J. Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v.22, n.1, p.29- 53, 2005. Disponível em: https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253/pdf_237. Acesso em: 12 jun. 2021.

MEDEIROS, C. N. de. *et al.* (org.). Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades. Fortaleza: IPECE, 2011. 271 p. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Recursos_Hidricos_do_Ceara.pdf Acesso em: 13 jul. 2022.

MEDEIROS, C. N. de.; SOUZA, M. J. N. Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental: caso do município de Caucaia, estado do Ceará. **Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, v.10, n.1, p. 54-73, 2016.

MEDEIROS, M. C. S.; BARBOSA, M. P. Vulnerabilidade social, percepções de riscos e desastres: conceitos e abordagens no/do urbano. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.9, n.1, p. 144-162, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297659914_Social_vulnerability_risk_and_disaster_perceptions_concepts_and_approaches_infrom_the_urban_context. Acesso em: 09 jul. 2022.

MELLO, F. C. *et al.* (Org) **Sociologia Pragmática das transformações em diálogo: Riscos e desastres no Brasil contemporâneo**. Ed.Milfontes. Coleção Debate Social, v.7. Vitória, 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1WVLRhewpyqU_vGcaIXwP-O0-F-vJ1ILL/view. Acesso em: 14 abr. 2021.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. **Terra livre**, v.1, n.16, p. 113-132, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/352>. Acesso em: 12 jul. 2022.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M. Riscos híbridos. In: MENDONÇA, F. (Org.) *et al.* **Riscos Híbridos: concepções e perspectivas socioambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2021.

MORO, F. M. *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rod/v66n3/2175-7860-rod-66-03-00717.pdf> . Acesso em: 03 abr. 2021.

MOURA, M. O. *et al.* Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil: distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 259-271. 2016. Disponível em:

<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26nesp2p259>. Acesso em: 8 abr. 2021.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World Development**, New York, v.26, n.1, 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X97100158>. Acesso em: 14 jun.2021.

NEVES, R. S. *et al.*, Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. **Agriculturas**. v.7, n.3, p. 7-11, 2010. Disponível em: http://aspta.org.br/files/2019/10/Agriculturas_Site_1.pdf Acesso em: 22 jan. 2023.

NYS, E. de.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016.
OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do Risco da Desastres Naturais: Um estudo sobre a seca na região nordeste do Brasil**. 2017. 239 f. Tese (Doutorado). – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e inundações**. 2013. 227 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós- graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15845>. Acesso em: 02 abr.2021.

OLÍMPIO, J. L. S.; ZANELLA, M. E. Riscos Naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. **Ra'eGa O espaço geográfico em análise**. Curitiba. v.40, p.94-109, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/45870/32969>. Acesso em: 14 jun. 2021.

PAREDES, F. J.; BARBOSA, H. A.; GUEVARA, E. Spatial and temporal analysis of droughts in northeastern Brazil. **Agriscientia**, v.32, n.1, p. 57-67, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/19169110/Spatial_and_temporal_analysis_of_droughts_in_northeastern_Brazil. Acesso em: 01 jul. 2022.

PEREIRA, V. S.; LIMA, E. S. de. Relação entre saneamento básico e taxa de mortalidade infantil: evidências empíricas para os municípios do Piauí, nos anos censitários (1991, 2000, 2010). **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v.52, n.1, p. 93-106, 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1098/874> Acesso em: 08 jul. 2022.

PETRINI, J. C. **Pós-modernidade e família**. Ed. Edusc, Bauru, 2003.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. **Secretaria Nacional de Saneamento**, Brasília, 2019.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**, Brasília, 2013.

RIBEIRO, S. C.; LIMA, G. G.; MARÇAL, M. S. dos.; Relevo e dinâmica geomorfológica do Cariri Cearense. In: SEEMANN, J.; RIBEIRO, S. C.; SOARES, R. C. (Org.) **Geografias do Cariri Cearense**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015.

RODRÍGUEZ, J. **Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales**. Santiago del Chile: CEPAL (Serie Población y Desarrollo), 2000. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7185/1/S2000937_es.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.

SANTOS, J. O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Revista Mercator**, v. 14, n° 2, p. 75-90. 2015.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E., 2009. **Percepção de riscos ambientais**: teoria e aplicações. UFC, Fortaleza. Disponível em: <http://www.ppggeografia.ufc.br/images/percepcaoderiscos.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2021.

WILSON, B. S. Overrun by averages : An empirical analysis into the consistency of social vulnerability components across multiple scales. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 40, n. August, p. 10, 2019. Disponível em: https://bradleywilson.me/files/article_obo.pdf. Acesso em: 09 jul. 2022.

WISNER, B. *et al.* The challenge of disasters and our approach. In: **At risk: Natural hazards people's vulnerability and disasters**. Ed.2, 2003. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/670_72351.pdf. Acesso em: 09 jul. 2022.

ZANELLA, M. E. *et al.* Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 25 n. 2, p. 317-332, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/3cfvBdtdv8yKCHH4bszHhhL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2021.

ZANELLA, M. E. *et al.* Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Org.). **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: edições UFC, 2009. Disponível em: <http://www.ppggeografia.ufc.br/images/vulnerabilidadesocioambiental.pdf>. Acesso em: 21 maio 2021.