



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
CURSO DE INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MATEUS MENEZES DA SILVA

**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NOS DESASTRES  
SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO DE 2018 A 2023 EM DE CARAÚBAS-RN, BRASIL**

CARAÚBAS-RN

2023

MATEUS MENEZES DA SILVA

**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NOS DESASTRES  
SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO DE 2018 A 2023 EM DE CARAÚBAS-RN, BRASIL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Orientador: Edna Lucia Da Rocha Linhares,  
Prof. Dr.

CARAÚBAS-RN

2023

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas  
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M586i Menezes da Silva, Mateus.  
INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NOS  
DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO DE 2018 A 2023  
EM DE CARAÚBAS-RN, BRASIL / Mateus Menezes da  
Silva. - 2023.  
36 f. : il.

Orientadora: Edna Lucia Da Rocha Linhares.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e  
Tecnologia, 2023.

1. Extremos Climáticos . 2. Estiagens . 3.  
Enchentes . I. Lucia Da Rocha Linhares, Edna ,  
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados  
fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MATEUS MENEZES DA SILVA

**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NOS DESASTRES  
SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO DE 2018 A 2023 EM DE CARAÚBAS-RN, BRASIL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Defendida em: \_\_06\_\_ / \_\_10\_\_ / 2023\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **EDNA LUCIA DA ROCHA LINHARES**  
Data: 18/10/2023 20:02:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Edna Lucia da Rocha Linhares  
Orientadora, Profa. Dra. (UFERSA)  
Presidente

Documento assinado digitalmente  
 **MARIA DO SOCORRO MEDEIROS DE SOUZA**  
Data: 08/10/2023 15:06:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Maria do Socorro Medeiros de Souza  
Profa. Me. (UFERSA)  
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente  
 **WILKER FERNANDES SOARES**  
Data: 06/10/2023 21:10:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Wilker Fernandes Soares  
Prof. Esp. (UFERSA)  
Membro Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de começar expressando minha profunda gratidão a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho e que estiveram ao meu lado durante esta jornada acadêmica. Primeiramente, quero agradecer a minha família por seu amor incondicional e apoio emocional destes anos de estudo.

À minha orientadora/professora Edna Lucia, sou imensamente grato pela sua orientação, paciência e dedicação durante todo o processo de pesquisa e desenvolvimento deste TCC. Seus valiosos conselhos e feedbacks foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Minha gratidão também se estende aos membros da banca examinadora, Maria do Socorro e Wilker Fernandes, por dedicarem seu tempo e conhecimento para avaliar este trabalho e fornecer sugestões construtivas.

Agradeço também aos professores e colegas de curso que contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Cada discussão em sala de aula e troca de ideias foram essenciais para o meu aprendizado. Aos amigos que me apoiaram nos momentos difíceis e celebraram comigo nas conquistas, agradeço de coração. Sua amizade e encorajamento foram essenciais para manter minha motivação ao longo deste processo.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, mesmo que não tenham sido mencionados nominalmente aqui. Sua contribuição é parte integrante deste projeto.

.

## RESUMO

As variáveis climáticas, temperatura, precipitação, vento e radiação solar, entre outras tem diversas influências no meio ambiente e na sociedade em todo o mundo. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência das variáveis climáticas nos desastres socioambientais em um recorte dos anos de 2018 a 2023 no município de Caraúbas-RN. Foram analisadas as variações climáticas (temperatura, precipitação, vento e radiação solar) em um recorte do ano de 2018 até o mês junho de 2023, com foco em sua variação semestral (seis meses). A coletas de dados climáticos do município foram realizadas por meio do INMET. Vários desastres ambientais foram constatados devido as condições climáticas durante o período de 2018 a 2023, sobre o município de Caraúbas-RN, sobretudo anos de seca e anos de fortes chuvas. A seca extrema gerou impactos na zona rural principalmente no período de 2021, que ocasionou efeitos significativos na zona rural do município. A falta de chuva prejudicou severamente as plantações, os cultivos e a disponibilidade de água, levando à perda de safras, redução de rebanhos e impactos econômicos nas comunidades rurais. Isso afetou não apenas a produção agrícola e pecuária, mas também a segurança alimentar e econômica das famílias rurais. Impacto direto na população: a seca teve um impacto direto na vida da população de Caraúbas, resultando na escassez de água potável e no aumento dos preços dos alimentos, especialmente da carne e dos produtos agrícolas. Assim desencadeando uma pressão adicional sobre a população já vulnerável. As fortes chuvas revelaram a vulnerabilidade da infraestrutura urbana, especialmente em áreas: sem pavimentação, sem saneamento básico adequado e sistemas de drenagem; principalmente nos bairros Alto São Severino, Leandro Bezerra e nas estradas que cortam o municio RN-117 e RN-233. Nas áreas rurais, as estradas de terra tornam-se intransitáveis, dificultando o acesso a serviços essenciais. Eventos que ocorreram em destaque nas comunidades de Apanha Peixe e Cachoeira, ambas também são cortadas pelas RN-233 e RN-117 respectivamente.

**Palavras-chave:** Extremos climáticos; Enchentes, Estiagens.

## **ABSTRACT**

Climate variables, such as temperature, precipitation, wind, solar radiation, among others, exert various influences on the environment and society, especially in the northeastern region of Brazil. The aim of this study was to analyze the influence of climate variables on socio-environmental disasters between 2018 and 2023 in the municipality of Caraúbas, Rio Grande do Norte (RN). Climate variations (temperature, precipitation, wind and solar radiation) were analyzed from 2018 to June 2023, focusing on their six-month variations. Climate data for the municipality was collected from the National Meteorological Institute (INMET). Several environmental disasters were observed due to climatic conditions between 2018 and 2023, with drought years and years of intense rainfall standing out. Drought and its impacts on the countryside, the period of extreme drought in 2021 had significant effects on the rural areas of the municipality. The lack of rainfall severely affected crops, cultivation and water availability, leading to crop losses, a reduction in livestock and economic impacts on rural communities. This situation has affected not only agricultural and livestock production, but also the food and economic security of rural families. The drought had a direct impact on the lives of the population of Caraúbas, resulting in a shortage of drinking water and an increase in the price of food, especially meat and agricultural products. This has increased the pressure on an already vulnerable population. The heavy rains exposed the vulnerability of the urban infrastructure, especially in areas without adequate paving, basic sanitation and drainage systems, mainly in the Alto São Severino and Leandro Bezerra neighborhoods and along the RN-117 and RN-233 highways. In rural areas, dirt roads have become impassable, making it difficult to access essential services. Of particular note are the communities of Apanha Peixe and Cachoeira, which are also crossed by the RN-233 and RN-117, respectively.

**Keywords:** Climatic extremes; Flooding; Droughts.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Localização do município de Caraúbas no estado do Rio Grande do Norte .....                     | 23 |
| Figura 2 – Fluxograma - Materiais e Métodos .....                                                          | 24 |
| Figura 3 - Desastres naturais ocorridos em 2021 decorrente seca extrema .....                              | 29 |
| Figura 4 - Desastres naturais ocorridos em 2023 decorrente das fortes chuvas .....                         | 30 |
| Figura 5 - Treco RN-117 (a) e Bairro Alto São Severino (b) .....                                           | 30 |
| Figura 6 - Trecho de acesso a Comunidade de Cachoeira (a) e inundações da Comunidade de Apanha Peixe ..... | 31 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Variação da temperatura média anual ..... | 25 |
| Gráfico 2 - Variação da precipitação acumulada .....  | 26 |
| Gráfico 3 - Variação de vento média anual .....       | 27 |
| Gráfico 4 - Variação de radiação média anual .....    | 28 |

## **LISTA DE MAPAS**

|        |   |                                                                |    |
|--------|---|----------------------------------------------------------------|----|
| Mapa 1 | – | Mapeamento dos principais bairros atingidos pelas chuvas ..... | 31 |
| Mapa 2 | – | Mapa principais comunidades rurais atingidas .....             | 32 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AR4    Quarto Relatórios de Avaliação

AR5    Quinto Relatórios de Avaliação

Bel    Bacharel

CEMADEN    Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.

CGEE    Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

DAT    Base Internacional de Dados de Desastres

Dr    Doutor

EM    Emergency Events Database

EMPARN    Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

IBGE    Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCT    Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação

INMET    Instituto Nacional de Meteorologia.

IPCC    Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

MCTI    Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Me    Mestre

MI    Ministério da Integração Nacional

NEB    Nordeste Brasileiro

OMM    Organização Meteorológica Mundial

PNA    Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

SEDEC    Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

SOT    Sistema de Observação da Terra

SREX    Relatório Especial sobre Gerenciamento de Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Promover Adaptação às Mudanças Climáticas

SUDENE    Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UNISDR    Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres

ZCTI    Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE SÍMBOLOS

@ Arroba

\$ Cifrão

© Copyright

% Porcentagem

°C Grau Celsius

Kj/m<sup>2</sup> Quilojoule por metro quadrado

Km<sup>2</sup> Quilômetro Quadrado

kWh Quilowatt-hora

m/s Metro por segundo

mm Milímetro

## SUMÁRIO

|          |                                       |           |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>               | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                | <b>15</b> |
|          | 2.1 OBJETVIO GERAL .....              | 15        |
|          | 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....       | 15        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>      | <b>16</b> |
|          | 3.1 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS .....        | 16        |
|          | 3.2 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS ..... | 17        |
|          | 3.3 DESASTRES NATURAIS .....          | 18        |
|          | 3.4 NORDESTE DO BRASIL .....          | 20        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>     | <b>33</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS .....</b>              | <b>34</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

As variáveis climáticas, temperatura, precipitação, vento e radiação solar, entre outras tem diversas influências no meio ambiente e na sociedade, em todo o mundo. As mudanças nos extremos climáticos, tais como: redução dos dias frios, aumento da duração das ondas de calor, elevação na frequência de chuvas intensas ou de secas severas, reportam e causam expressivos impactos (Alexandre e Anderson, 2016)<sup>1</sup>. A irregularidade de chuvas e temperaturas altas são características predominantes no nordeste do Brasil, e no estado do Rio Grande do Norte não é diferente. A população dos municípios no interior do Estado, costuma construir reservatórios como açudes e barreiros na zona rural para assegurar a água para abastecimento das suas necessidades no período não chuvoso do ano; esses reservatórios também são encontrados na zona urbana dos municípios, como suporte hídrico local; e ou lagoas artificiais também para embelezamento das cidades. No entanto, muitos municípios esses reservatórios hídricos não tem infraestrutura para armazenar volumes pluviométricos maiores em anos atípicos de inverno, onde a ocorrência de chuvas ultrapassa os índices padrões da região; possibilitando a ocorrência de desabamentos dos reservatórios e alargamentos em passagens molhadas nas vias urbanas, pontes sobre rios e riachos nas estradas de acesso as cidades, além de provocar desastres ambientais e sociais.

A vulnerabilidade às mudanças climáticas faz com que o município de Caraúbas/RN esteja sujeito a diversos efeitos negativos decorrentes das mudanças climáticas, como o aumento da temperatura média, a diminuição das chuvas e a ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e enchentes repentinas. Para desenvolver uma cidade de forma resiliente aos eventos climáticos, algumas considerações importantes devem ser levadas em conta: planejamento urbano, infraestrutura de drenagem eficiente, arborização e áreas verdes e acima de tudo conscientização da população em relação aos descartes de resíduos. Essas são apenas algumas considerações gerais sobre o desenvolvimento estrutural de uma cidade em resposta a eventos climáticos. O estudo das variáveis climáticas permite uma compreensão mais precisa desses padrões climáticos, auxilia na adoção de medidas de adaptação apropriadas, como recursos hídricos limitados que as cidades enfrentam como o abastecimento de água, especialmente durante períodos de seca.

---

<sup>1</sup> ALEXANDER, L.V.; Zhang, X.; Peterson, T.C.; Caesar, J.; Gleason, B.; Tank, A.M.G.K.; Haylock, M.; Collins, D.; Trewin, B.; Rahimzadeh, F.; et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. J. Geophys. Res. Space Phys. 2006, 111, 1–22. [CrossRef].

Assim conhecer o comportamento das variáveis climáticas, como a temperatura, quantidade de chuvas, variação do vento e a radiação solar, é essencial para uma gestão municipal eficiente dos recursos hídricos, incluindo a tomada de decisões sobre o uso racional da água e a implementação de medidas de conservação, acompanhamento e análise das variáveis climáticas para enfrentar os desafios socioeconômicos e ambientais que o município enfrenta, permitindo a criação e implementação de políticas públicas baseadas em evidências científicas e promovendo a sustentabilidade e resiliência do município.

O município de Caraúbas/RN enfrenta desafios em relação aos anos atípicos dos fatores climáticos. A problemática urbana em anos atípicos de índices pluviométricos reporta rompimentos de açudes, barreiros, passagens molhadas, além de alargamento das ruas, que muitas vezes leva a desabrigar famílias de suas residências. As altas temperaturas urbanas também têm assolado a população com desconforto termal, mesmo nos meses chuvosos e nos períodos noturnos. Esses desafios se tornam ainda maiores devido a cidade não ter saneamento básico e a maiorias das ruas não serem pavimentadas e com ausência de arborização pelas vias e praças, e de vegetação nas áreas circunvizinhas a cidade. A análise dessas variáveis é necessária e fundamental para entender e tomar decisões, como implementar medidas de mitigação desses problemas urbanos inerentes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a influência das variáveis climáticas nos desastres socioambientais nos anos de 2018 a 2023 no município de Caraúbas/RN.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar os desastres sociais e ambientais ocorridos durante o tempo de estudo.
- Analisar as consequências dos índices de temperaturas, pluviosidade, radiação solar, entre outros na zona urbana e rural do município.
- Mapear os locais de maior vulnerabilidade socioambiental do município com relação aos índices pluviométricos.



### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Variáveis Climáticas

A climatologia é a ciência que estuda o clima e suas variações em longo prazo. O clima é definido como o conjunto de condições atmosféricas médias, variáveis e extremas de uma determinada região ao longo de um período de tempo. As variáveis climáticas incluem temperatura, precipitação, ventos e radiação solar. Essas variáveis interagem entre si e são influenciadas por fatores como latitude, altitude, relevo e corpos d'água (AYOADE, 1996).<sup>2</sup>

No Brasil, considerando que os fenômenos climáticos extremos deflagradores de desastres naturais já estão se tornando mais frequentes, intensos e que essa tendência continuará com as projetadas mudanças climáticas, propôs-se, no escopo do Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação- INCTs, para mudanças climáticas desenvolver, implementar, testar e validar duas aplicações de um sistema semiautomático de previsões e informações hidrometeorológicas, climáticas e ambientais, em apoio ao processo de tomada de decisões para o gerenciamento de desastres naturais provocados por condições hidrometeorológicas e climáticas extremas. O sistema, de concepção interdisciplinar, deve permitir que tomadores de decisão avaliem o impacto dos desastres sobre os sistemas sociais, econômicos e ambientais para subsidiar ações preventivas antecipadas. Diante da importância do tema, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criou, em julho de 2011, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, com o objetivo de desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil, ampliando, assim, o escopo do inicialmente previsto no âmbito do INCT para Mudanças Climáticas.

No Brasil, a região nordeste possui um núcleo de semiaridez por um longo período e que já sofreu várias delimitações. A região denominada de semiárido brasileiro segundo a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, (2015), é possuidora de um clima que varia desde subúmido à semiárido, marcado pela escassez e irregularidade das chuvas associada às altas taxas de evaporação. Como as condições de semiaridez são predominantes no Rio Grande do Norte, esta condição natural acaba por abranger centros urbanos no interior, como cidades de médio e pequeno porte.

De acordo com Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, (2008) o monitoramento contínuo das variáveis climáticas é essencial para compreender as mudanças

---

<sup>2</sup> AYOADE, J. O. (1996). Introdução à Climatologia para Trópicos 4ª edição. Rio de Janeiro: Editora BertrandBrasil S.A. 1-12.

climáticas, identificar tendências e padrões climáticos locais, e avaliar os impactos sobre a região. O conhecimento das condições climáticas é fundamental para o planejamento urbano, a gestão de recursos naturais; a previsão de desastres naturais, a saúde pública e a tomada de decisões em diversos setores. O monitoramento fornece dados valiosos que ajudam a compreender as vulnerabilidades e a desenvolver estratégias de adaptação às mudanças climáticas.

No Brasil segundo o Ministério da Integração Nacional (MI) Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil SEDEC - SEDEC-MI, (2017), o monitoramento climático é realizado por instituições como o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN. Essas instituições mantêm redes de estações meteorológicas distribuídas por todo o país, coletando dados climáticos e disponibilizando informações para a sociedade e para a tomada de decisões. Além disso, o Brasil participa de programas internacionais de monitoramento climático, como o Sistema de Observação da Terra – SOT, da Organização Meteorológica Mundial - OMM. Embora que a quantidade limitada de estudos específicos sobre o clima no município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, pesquisas regionais e estudos climáticos do estado fornecem algumas informações relevantes.

As consequências dos desastres naturais inerentes a irregularidades das chuvas no município de Caraúbas/RN e áreas circunvizinhas, realizado nas comunidades rurais da Pitombeira e do Santo Antônio, verificou que devido a irregularidade de chuva, cerca de 83,2% das comunidades os reservatórios hídricos tinham secados, em 66,7% das comunidades os animais morreram e em 66,7% houve queda na produção de alimentos. Ainda constatou que os moradores das comunidades adotaram medidas para sua melhor sobrevivência: 50% furaram poços artesianos, 41,6% diminuíram sua produção para economizar água, 8,3% foram a procura de melhores condições nas zonas urbanas e 91,6% utilizaram as cisternas, como tecnologia acessível; e também ainda buscaram auxílio de programas governamentais, porém apenas 33,3% conseguiram adquirir o Seguro Safra. Os autores concluíram que a irregularidade de chuva no período chuvoso proporcionou um declive acentuado na produção de grãos, como a secagem dos reservatórios e a morte dos animais nos anos subsequentes de 2014 e 2015 (Santos Junior, 2015)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> SANTOS JÚNIOR, J. I dos; OLIVEIRA, M. A. B; LINHARES FILHO, F. L.C; LINHARES, E. L. da R. CONSEQUÊNCIAS DOS DESASTRES NATURAIS INERENTES A IRREGULARIDADES DAS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E CIRCUNVIZINHAS Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 3: Congestas 2015. ISSN 2318-7603

### 3.2 Eventos Climáticos Extremos

Estudos sobre às mudanças climáticas apresentados no primeiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 1990) já evidenciavam a possível interferência das mudanças climáticas na frequência e severidade dos eventos climáticos extremos. Esses eventos são os principais agentes para a ocorrência de desastres naturais de origem hidrometeorológica e climática, tais como inundações, enxurradas, deslizamentos de terra, destruição por vendavais, colapsos de safras e de sistemas de abastecimento de água por secas, entre outros. No Quarto e Quinto Relatórios de Avaliação (AR4 e AR5) publicados pelo IPCC (2007, 2013, 2014), foram apresentadas evidências de alterações na frequência e magnitude de eventos extremos, a partir de dados observacionais, principalmente as comunidades mais vulneráveis podem ser especialmente afetadas, em particular aquelas que se concentram em áreas de alto risco. Essas têm capacidade de adaptação mais limitada e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimentos. Nos locais em que os eventos climáticos extremos se tornarem mais intensos ou mais frequentes, os custos econômicos e sociais desses eventos aumentaram e, conseqüentemente, esses aumentos serão substanciais naquelas áreas mais diretamente afetadas.

### 3.3 Desastres Naturais

Segundo relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2015), no período de 1970 a 2012 foram registrados 8.835 desastres naturais, que causaram cerca de 1,94 milhão de mortes e danos econômicos de US\$ 2,3 trilhões globalmente. Somente em 2011, segundo a Organização das Nações Unidas - Estratégia Internacional para Redução de Desastres (ISDR, 2012), os desastres ocorridos naquele ano em todo o planeta culminaram em recorde de perdas financeiras de aproximadamente US\$ 366 bilhões e estimativa de 201 milhões de pessoas afetadas em decorrência de 302 desastres registrados. Desse total de afetados, calcula-se que 106 milhões são vítimas de deslizamentos de terra e enchentes ou enxurradas, 63 milhões, de secas, e 34 milhões, de tempestades. Estima-se que o número de vítimas fatais foi de aproximadamente 30 mil pessoas.

Em relatório mais recente das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (CRED – UNISDR, 2015) sobre os custos humanos dos desastres associados com o clima, nos últimos 21 anos (1995-2015) a grande maioria (90%) deles foi causada por inundações, tempestades, ondas de calor e outros eventos relacionados. No total, 6.457 desastres foram registrados em todo o mundo pela Base Internacional de Dados de Desastres (Emergency Events Database - EM-DAT), base está mantida pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia

de Desastres, na Escola de Saúde Pública da Universidade Católica de Louvain, em Bruxelas, Bélgica, e que inclui mais de 18.000 grandes desastres ocorridos em todo o mundo desde 1900. No período de 21 anos (1995-2015), desastres relacionados ao clima vitimaram 606 mil vidas, uma média de cerca de 30 mil por ano, além de 4,1 bilhões de pessoas feridas, desabrigadas ou que necessitaram de ajuda emergencial. Somente as inundações responderam por 47% de todos os desastres relacionados nesse período (1995-2015), afetando 2,3 bilhões de pessoas, a maioria delas (95%) vivendo na Ásia. Ainda segundo a CRED-UNISDR (2015), China e Índia são os países mais afetados por desastres relacionados com o clima, contabilizando-se mais de 3 bilhões de pessoas afetadas no período, o que correspondeu a 75% da população global de 4,1 bilhões de pessoas afetadas de 1995 a 2015. O Brasil é o único país da Américas incluso na lista dos dez países mais afetados.

Segundo o Relatório Especial sobre Gerenciamento de Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Promover Adaptação às Mudanças Climáticas - SREX (IPCC, 2012), o risco de desastres continuará a aumentar em muitos países, entre eles o Brasil, uma vez que mais pessoas e ativos vulneráveis estarão expostos a extremos climáticos, por exemplo, nas periferias das grandes cidades. Com base em dados a partir de 1950, há evidências que sugerem que as mudanças climáticas já mudaram a magnitude e a frequência de alguns eventos extremos de condições meteorológicas e climáticas em algumas regiões, embora seja ainda muito difícil atribuir eventos individuais às mudanças climáticas. No futuro, possíveis extremos climáticos mais frequentes e intensos, acompanhados de altos níveis de vulnerabilidade combinados com exposição às condições meteorológicas e aos extremos climáticos mais graves, podem fazer com que alguns lugares no Brasil se tornem cada vez mais difíceis para se viver e trabalhar.

O SREX sugere adaptação aos extremos climáticos de hoje como estratégia de adaptação às mudanças climáticas. No Brasil, o crescimento de ocorrências de desastres naturais, seja em virtude da intensificação de eventos geodinâmicos, hidrometeorológicos e climáticos em algumas regiões do país, seja devido ao aumento da exposição ao risco pela ocupação de áreas suscetíveis a desastres naturais. Os principais desastres naturais registrados são decorrentes de inundações, enxurradas, alagamentos, deslizamentos, estiagens, secas e destruição por vendavais. Entre 2007 e 2011, o número de registros de desastres naturais no Brasil foi significativo, com alguns deles considerados como eventos do século, sendo que houve uma recorrência anual de eventos catastróficos nunca antes registrada no país. Em 2007, aproximadamente 2,7 milhões de pessoas foram afetadas por desastres naturais e em 2008, a região do Vale do Itajaí em Santa Catarina sofreu imensas perdas econômicas e

sociais causadas por chuvas intensas, inundações e deslizamentos em encostas generalizados, que culminaram em 135 mortes, milhares de desabrigados e desalojados em 60 municípios (TOMINAGA, 2009) <sup>4</sup> e custo total estimado de mais de R\$ 5 bilhões (BANCO MUNDIAL, 2012).

No final de 2009 e início de 2010, chuvas fortes causaram destruição e 53 mortes em Angra dos Reis e na Ilha Grande, com prejuízos de mais de R\$ 440 milhões. Ainda em 2010, eventos climáticos severos causaram enchentes e inundações violentas nos estados de Pernambuco, Alagoas e Rio de Janeiro, com centenas de vítimas fatais. No total, cerca de 12 milhões de pessoas foram afetadas nesse ano, sendo 6 milhões somente na cidade do Rio de Janeiro. Em janeiro de 2011, ocorreu o pior desastre natural registrado no Brasil, na região serrana do Rio de Janeiro, com o registro de mais de 900 mortes, 300 pessoas desaparecidas e dezenas de milhares de desalojados e desabrigados, além de severas perdas econômicas, estimadas em R\$ 4,8 bilhões (BANCO MUNDIAL, 2012), destruição de moradias e infraestrutura, em decorrência de enxurradas e deslizamentos generalizados.

Em razão do quadro recente de fragilidade das cidades brasileiras frente aos eventos extremos de natureza hidrometeorológica e climática, tornou-se ainda mais premente a necessidade de desenvolvimento e aplicação do conhecimento voltado ao monitoramento e previsão de risco de ocorrência de desastres originados por eventos geodinâmicos, hidrológicos e climáticos extremos. Isso precisa ser realizado em conjunto com os trabalhos de mapeamento de áreas de riscos e caracterização de cenários potenciais de desastres, a fim de prever e prevenir os seus impactos. Considerando que as evidências apontam que muitos sistemas físicos, biológicos e sociais estão sendo afetados pelas mudanças climáticas, tornou-se premente elaborar planos de adaptação às mudanças climáticas. Com esse escopo, foi lançado em 2016, pelo governo federal, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), que contempla um conjunto de ações estruturantes para a agenda nacional de adaptação, além de diretrizes e recomendações em 11 temas, estes identificados como vulneráveis às mudanças climáticas, incluindo-se, entre eles, a gestão de risco aos desastres naturais, frente às mudanças climáticas.

---

<sup>4</sup> TOMINAGA, L.K; Santoro, J; Amaral, R; et al. DESASTRES NATURAIS: CONHECER PARA PREVENIR. São Paulo: Instituto Geológico, p. 11-23, 2009.

### 3.4 Nordeste do Brasil

O Nordeste do Brasil é uma das regiões com maiores ocorrências de desastres naturais, correspondendo a 40% do total de registros do país, sendo que destes, 78% estão relacionados à estiagem ou seca, seguida das inundações com 21% (BRASIL, 2016). Em 2013, 75% dos municípios da região do Nordeste Brasileiro (NEB) foram atingidos pela estiagem, sendo uma das piores dos últimos 50 anos (FREITAS, 2014) <sup>5</sup>. Outro comportamento observado é que as cidades litorâneas do NEB apresentaram maior frequência de desastres do tipo hidrológico, com chuvas intensas que registraram acima de 60 mm/dia e chuvas torrenciais com acumulados acima de 100 mm/dia (SOUZA, 2012) <sup>6</sup>. Que se agravaram com a vulnerabilidade socioambiental, resultando em desastres com efeitos negativos sobre a população (OLÍMPIO, 2013) <sup>7</sup>.

O estado do Rio Grande do Norte, o regime pluviométrico não apresenta uma distribuição uniforme para todo o território. A precipitação, e seus valores extremos (cheias e secas), no norte do Nordeste do Brasil, especialmente o estado do Rio Grande do Norte é, em parte, dependente dos fenômenos climáticos globais, como, por exemplos, a Zona de Convergência Intertropical (ZCTI), o El Niño, a Oscilação Sul, o Dipolo do Atlântico e outros.

---

<sup>5</sup> FREITAS, C. M. D; SILVA, D. R. X; SENA, A. R. M. D; SILVA, E. L; SALES, L. B. F; CARVALHO, M. L. D; CORVALÁN, C. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação o Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, p. 3645-3656, 2014.

<sup>6</sup> SOUZA, W. M; de AZEVEDO, P. V; de ARAÚJO, L. E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade de Recife-PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v 5, n 2, p 250-268, 2012.

<sup>7</sup> OLÍMPIO, J. L S; VIEIRA, P. M. B; ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Episódios Pluviais Extremos e a Vulnerabilidade Socioambiental do município de Fortaleza: o episódio do dia 27/03/2012. *Geo UERJ*, v 1, n 24, p 181-206, 2013.

#### 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no município de Caraúbas, localizado no Rio Grande do Norte (Figura 1), na região do médio oeste potiguar, e compreende uma área territorial de 1.095,803 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022). O clima da região é quente e caracterizado como semiárido, com chuvas concentradas em determinados períodos do ano. De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), que possui dados pluviométricos da cidade desde 1910, o maior acumulado de chuva registrado em 24 horas ocorreu em 16 de janeiro de 1912, com 165 mm, seguido por 161 mm em 6 de maio de 1952 e 140,4 mm em 1º de abril de 1965. O recorde de mês mais chuvoso da série histórica pertence a abril de 1985, com 596,8 mm. O ano de 1985 também apresentou o maior acumulado anual, chegando a 1841,2 mm, enquanto 1919 foi o mais seco, com apenas 106,3 mm. Desde outubro de 2018, quando entrou em operação uma estação meteorológica automática da EMPARN no município, a menor temperatura registrada em Caraúbas foi de 19,4 °C em 22 de julho de 2020 e a maior alcançou 40,2 °C em 17 de dezembro de 2021.

Figura 1 - Localização do município de Caraúbas no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Wikimedia Commons, (2023, online).<sup>8</sup>

Foram analisadas as variações climáticas de temperatura, precipitação, vento e radiação solar em um recorte do ano de 2018 até o mês junho de 2023, com foco em sua variação semestral (seis meses). O fluxograma da pesquisa está apresentado na Figura 2.

---

<sup>8</sup> Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Cara%C3%BAbas\\_\(Rio\\_Grande\\_do\\_Norte\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Cara%C3%BAbas_(Rio_Grande_do_Norte)). Acessado em: 13 jun. 2023.

Figura 2 - Fluxograma – Materiais e Métodos



Fonte: Autor, (2023)

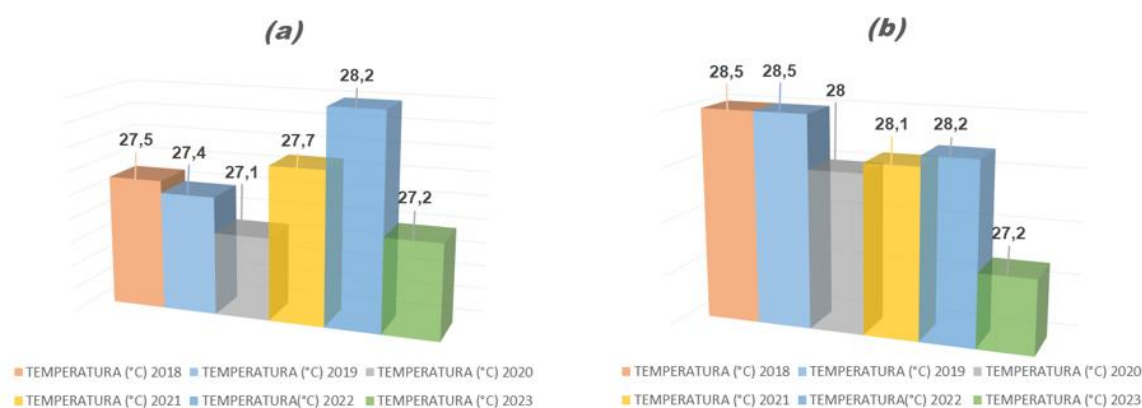
A coletas dos dados climáticos do município foram realizadas por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que prover informações meteorológicas das variáveis como temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento, entre outras. A análise desses dados forneceu um ponto de partida para a compreensão das variáveis climáticas específicas do município e suas implicações; e detectar os possíveis impactos das variáveis climáticas nos aspectos sociais, recursos hídricos, e desastres ambientais. Os dados coletados foram sistematizados e analisados para identificar influencias, tendências, padrões sazonais e apresentados em gráficos.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Gráfico 1 a e b estão apresentadas as variações climáticas sobre a temperatura média anual, com foco em sua variação semestral. A temperatura média revela padrões sazonais consistentes ao longo dos anos estudados. Nos meses iniciais dos anos estudados, de janeiro a junho (Gráfico 1a), observa-se uma queda notável nas temperaturas médias, atingindo seu pico em meados de 2022 (28,2 °C) e seu menor valor em 2020 (27,2 °C). No período, de julho a dezembro (Gráfico 1b), mostram temperaturas mais elevadas, com o menor valor registrado em 2023 (27,2°C) e seu maior valor (28,5 °C) nos anos de 2018 e 2019. A tendência geral é um aumento gradual da temperatura média anual no segundo semestre de cada ano. A estação fresca permanece por 3/4 meses, da segunda metade de março a julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 33 °C. O mês mais frio do ano em Caraúbas é junho, com a máxima de 33 °C e mínima de 21 °C, em média. A estação quente permanece por 3/4 meses, de setembro a dezembro, com temperatura máxima média diária acima de 33 °C. O mês mais quente do ano em Caraúbas/RN é novembro, com a máxima de 38 °C e mínima de 23 °C, em média.

Gráfico 1 - Variação da Temperatura Média anual (janeiro a junho) (a) e (julho a dezembro) (b) no recorte dos anos 2018-2023.



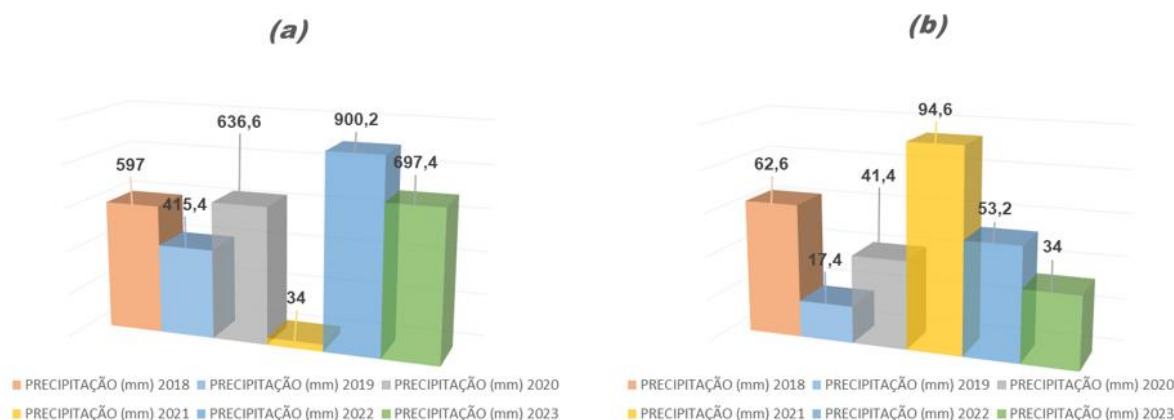
Fonte: Autor, (2023).

Nos Gráficos 2 a e b estão apresentadas as variações climáticas sobre a precipitação. A análise da concorrência semestral sugere uma distribuição irregular ao longo dos anos.

Os meses do primeiro semestre janeiro a junho (Gráfico 2a), geralmente apresentam uma maior quantidade de precipitação, com pico maior no ano de 2022 (900,2 mm) e menor

acumulo em 2021 (34,0 mm). Os meses de julho a dezembro (Gráfico 2b), são mais secos, com uma queda acentuada na precipitação durante esses meses, registrando o maior acumulo em 2021 (94,6 mm) e o menor no ano de 2019 (17,4 mm). No entanto, notamos variações interanuais significativas, indicando a presença de eventos climáticos extremos que afetam a precipitação. A estação de maior precipitação dura 4/5 meses, de janeiro a maio, com probabilidade acima de 30% de que um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em Caraúbas/RN é março, com média de 16,9 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação. A estação seca dura 7/8 meses, de maio a janeiro. O mês com menor número de dias com precipitação em Caraúbas é outubro, com média de 0,5 dia com pelo menos 1 milímetro de precipitação. O mês mais chuvoso em Caraúbas é abril, com média de 140 milímetros de precipitação de chuva e o mês menos chuvoso em Caraúbas é outubro, com média de 2 milímetros de precipitação de chuva.

Gráfico 2 – Variação da Precipitação acumulada anual (janeiro a junho) (a) e (julho a dezembro) (b) no recorte dos anos 2018-2023.



Fonte: Autor, (2023).

No Gráfico 3 a e b estão apresentadas as variações do vento médio anual semestral, que revela uma variabilidade sazonal distinta. Durante os meses iniciais do ano de janeiro a junho (Gráfico 3a), o vento tende a ser mais suave, atingindo seu ponto mais baixo em 2022 (2,56 m/s) e mais alto em 2021 (2,68 m/s). Por outro lado, os meses de julho a dezembro (Gráfico 3b), apresentam ventos mais fortes, atingindo seu ponto mais alto em 2019 (7,25 m/s) e mais baixo em 2018 (5,92 m/s). A tendência de longo prazo indica um aumento gradual na velocidade média do vento, sugerindo possíveis mudanças climáticas. A época de mais ventos no ano dura 6 meses, de julho a janeiro, com velocidades médias do vento acima de 14,7 m/s. O mês de ventos mais fortes em Caraúbas é outubro, com 6,67 m/s de velocidade

média horária do vento. A época mais calma do ano dura 6 meses, de janeiro a julho. O mês de ventos mais calmos em Caraúbas/RN é abril, com 13,17 m/s média horária do vento.

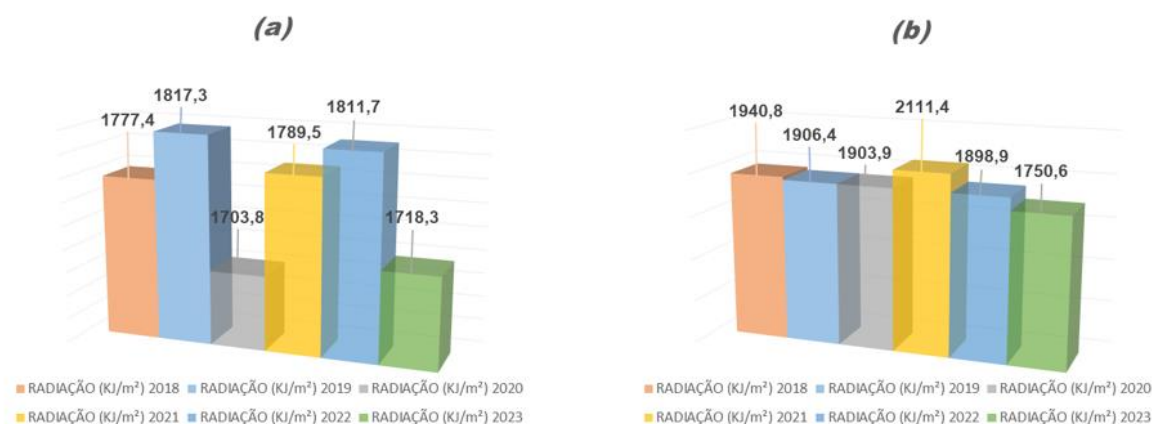
Gráfico 3 – Variação de vento média anual (janeiro a junho) (a) e (julho a dezembro) (b) no recorte dos anos 2018-2023.



Fonte: Autor, (2023).

No Gráfico 4 a e b mostra uma análise da radiação solar semestral, um padrão inverso ao da resolução. Durante os meses de janeiro a junho (Gráfico 4a), a radiação solar atinge seus níveis menores, com pico maior em 2019 (1817,3 kWh) e menor em 2020 (1703,8 kWh). Nos meses posteriores julho a dezembro (Gráfico 4b), a radiação solar é mais elevada, atingindo a maior radiação em 2021 (2111,4 kWh) e menor em 2023 (1750,3 kWh). Este padrão sazonal é consistente ao longo dos anos estudados. O período mais radiante do ano dura 3 meses, de setembro a dezembro, com média diária de energia de ondas curtas incidente por metro quadrado acima de 7,3 kWh. O mês mais radiante do ano em Caraúbas é outubro, com média de 7,6 kWh. O período mais escuro do ano dura 4 meses, de março a julho, com média diária de energia de ondas curtas incidente por metro quadrado abaixo de 6,2 kWh. O mês mais escuro do ano em Caraúbas/RN é junho, com média de 5,8 kWh.

Gráfico 4 – Variação de radiação média anual (janeiro a junho) (a) e (julho a dezembro) (b) no recorte dos anos 2018-2023.



Fonte: Autor, (2023).

No período de 2018-2023 o ano de 2021 se descarta como o período mais seco, no que ocasionou diversos eventos negativos para cidade de Caraúbas/RN. O primeiro semestre do ano ocorreu uma seca extrema por causa do período de estiagem; Caraúbas/RN assim teve a situação de emergência reconhecida em decorrência de desastres naturais. O reconhecimento permitiu que o município recebesse um auxílio financeiro do Governo Federal para desenvolver ações de defesa civil. Os principais desastres naturais e impactos o que ocorreram no municio foram: perdas de culturas ou pastagens excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergências, a seca prolongada resultou na redução de muitos plantéis, sobretudo o de bovinos, causando impactos sobre a produção e produtividade de leite. Além de afetar a produção agrícola e pecuária das famílias rurais, que também afetou bastante a parte econômica no municio de forma geral.

A população teve impacto direto com a seca, devido à escassez do abastecimento de água e o aumento do preço médio da carne, alimentos de colheita e rações animais. A zona rural foi a região que teve o maior impacto (Figura 3) decorrente da seca. As pessoas dessas comunidades (Mariana, Apanha-peixe, Santo Antônio, entre outras), dependem da agricultura e da pecuária para sua subsistência, a falta de chuva prejudicou as plantações e os cultivos, proporcionando colheitas mal sucedidas, ou mesmo à perda total das safras. Isso afetou diretamente a segurança alimentar das comunidades rurais, tornando-as dependentes de ajuda alimentar ou de atendimento à fome. Também afetou a disponibilidade de alimentos para o

gado e outros animais de criação, que levou à perda de rebanhos e à diminuição da produção de carne, leite e outros produtos de origem animal.

A agricultura é muitas vezes a principal fonte de renda para comunidades rurais. Quando as colheitas falharam devido à seca, os agricultores enfrentaram dificuldades financeiras, dívidas com bancos e até mesmo a perda de suas terras. Assim a seca levou uma queda na qualidade de vida nas áreas rurais devido à falta de recursos básicos, como água e alimentos. Isso afeta diretamente a educação, o acesso à saúde e o atendimento a outras necessidades essenciais.

Figura 3 - Desastres naturais ocorrido em 2021 decorrente seca extrema.



Fonte: Adaptado de Tribuna do Norte, (2021).

No período de 2018-2023, o ano de 2023 se mostrou um ano atípico com eventos climáticos extremos isolados principalmente entre março e abril, com fortes chuvas na cidade de Caraúbas/RN. O município decretou estado de calamidade pública por conta dos prejuízos e danos causados pelas fortes chuvas que atingiram a região urbana e rural. Pessoas ficaram desabrigadas por conta do acúmulo de água na cidade e um trecho da RN-117 (Figura 4), também foi destruído pela força da água após transbordamento de um açude local. Essas chuvas extremas ocasionaram eventos e desastres como: enchentes e inundações com águas invadindo o espaço de moradia de muitas pessoas, além de ruas e empreendimentos comerciais; deslizamento de terra, rompimento de estradas.



Figura 4 – Desastres naturais ocorridos em 2023 decorrente das fortes chuvas.



Fonte: Adaptado de G1 RN Inter Tv, (2023).

Os impactos desses eventos não atingiram somente o município de Caraúbas, mas também outros municípios devido ao rompimento da RN 117 na saída para a cidade vizinha de Olho D'Água do Borges (Figura 5a), e ilhando um bairro de Caraúbas, o Alto São Severino (Figura 5b). Outros dois acessos a cidade de Caraúbas, pela RN 233, também ficaram danificados pela correnteza da água na saída para as cidades de Campo Grande e também de Apodi. Já na saída para a cidade de Mossoró, o transbordamento de um açude lavou fortemente a RN 117 por várias horas fazendo com que a rodovia ficasse bloqueada temporariamente. As fortes chuvas afetaram de forma direta a zona urbana e a zona rural do município.

Figura 5 – Treco RN-117 (a) e Bairro Alto São Severino (b).



Fonte: Adaptado de TCM, (2023).

Na zona urbana principalmente os bairros Leandro Bezerra, Alto São Severino e em lugares específicos da cidade onde não tem existe pavimentação, saneamento básico e sistema de drenagem adequados para lidar com grades volumes de água. Isso resultou em danos às

propriedades, veículos e infraestruturas públicas, bem como em riscos para a segurança das pessoas (Mapa 1).

Mapa 1 – Mapeamento dos principais bairros da cidade de Caraúbas atingidos pela chuva.



Fonte: Adaptado de Cidade-Brasil, (2023).

Na zona rural as principais comunidades afetadas foram: Apanha Peixe, Cachoeira, Sitio Esperança; com o acesso limitado onde as estradas de terra se tornaram intransitáveis devido a lamas e alagamentos, que dificultaram o acesso a serviços de emergência, transporte de produtos agrícolas e a mobilidade em geral. Há ocorrência de deslizamento de terra devido as chuvas intensas, evento que ocorreu principalmente nas comunidades rurais de Cachoeira e Apanha Peixe, ocasionando a destruição de cultivos, estradas e açudes (Figura 6).

Figura 6 – Trecho de acesso a Comunidade de Cachoeira (a) e Inundações da Comunidade de Apanha Peixe.



Fonte: Adaptado de TCM, (2023).

Logo a comunidade de Apanha Peixe sofreu com fortes inundações nos campos, plantações e residências. Isso resultou na perda de colheitas, danos aos equipamentos agrícolas e na manipulação do solo (Mapa 2).

Mapa 2 – Principais comunidades rurais do município de Caraúbas atingidas.



Fonte: Adaptado de Google maps, (2023).

Os dados apresentados indicaram que as variações climáticas estão sujeitas a padrões sazonais bem definidos. O aumento gradual da temperatura média anual e o aumento da velocidade média do vento ao longo dos anos podem ser indicativos de mudanças climáticas regionais. Essas informações são fundamentais para o planejamento e a tomada de decisões



relacionadas ao uso da terra, agricultura, gestão de recursos hídricos e outras atividades que dependem das condições climáticas. O acompanhamento contínuo dessas temperaturas climáticas é essencial para uma adaptação às mudanças climáticas e para garantir a sustentabilidade na região de Caraúbas/RN.

Nota -se a necessidade de assistência do governo, o reconhecimento do estado de emergência devido a desastres naturais permitidos que o município recebesse assistência financeira do Governo Federal para desenvolver ações de defesa civil. Isso destaca a importância da cooperação entre os governos federal, estadual e municipal em situações de desastres naturais. Os impactos das fortes chuvas em 2023, trouxe um cenário diferente com eventos climáticos extremos, principalmente fortes chuvas entre março e abril. Essas chuvas resultaram em inundações, penetração de terra, danos a estradas e infraestrutura, bem como desabrigados em zonas urbanas e rurais. Os impactos foram generalizados, afetando várias comunidades.

As fortes chuvas revelaram a vulnerabilidade da infraestrutura urbana, especialmente em áreas sem pavimentação, saneamento básico adequado e sistemas de drenagem. Nas áreas rurais, as estradas de terra tornam-se intransitáveis, dificultando o acesso a serviços essenciais. Os eventos climáticos extremos afetaram a economia local, especialmente na zona rural, onde a agricultura é uma fonte de renda crucial, além disso, trouxeram impactos sociais e prejuízos materiais e prejudicaram a qualidade de vida das pessoas residentes nas comunidades rurais devido à falta de recursos básicos. A importância de compreender como as condições climáticas extremas, como seca e fortes chuvas, podem variar em graus tanto na zona rural quanto na urbana de um município, impactando a vida das pessoas, a economia local e a infraestrutura. Essas situações desativam medidas de mitigação de desastres, planejamento urbano e rural resiliente e apoio do governo para ajudar as comunidades a lidar com os desafios decorrentes das mudanças climáticas.

É imprescindível notar que as condições adversas podem variar de ano para ano. É necessário estar ciente das mudanças climáticas globais, que podem aumentar a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos em várias partes do mundo, incluindo o Brasil. Portanto, a prevenção e a preparação para eventos naturais são aspectos críticos da gestão da segurança e do bem-estar das comunidades locais.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Vários desastres ambientais foram constatados devido as condições climáticas durante o período de 2018 a 2023, sobre o município de Caraúbas/RN, como anos atípicos de secas extremas e de fortes chuvas. A seca gerou impactos na zona rural, atingindo diretamente a população que ocasionou a necessidade de intervenção e assistência governamental, essa seca resultou também na escassez de recursos hídricos. As fortes chuvas ocasionaram impactos econômicos, estruturais e sociais de um modo geral em toda zona territorial da cidade de Caraúbas/RN.
- A seca e seus impactos, no período de 2021 teve efeitos significativos na zona rural de Caraúbas/RN. A falta de chuva prejudicou severamente as plantações, os cultivos e a disponibilidade de água, levando à perda de safras, redução de rebanhos e gerando impactos econômicos para as comunidades rurais. Isso afetou não apenas a produção agrícola e a pecuária, mas também a segurança alimentar e econômica das famílias rurais. A escassez de água potável provocou o aumento dos preços dos alimentos, especialmente da carne, leite e de todos os produtos de origem agrícola ou pecuária.
- As fortes chuvas revelaram a vulnerabilidade da infraestrutura urbana, especialmente em áreas sem pavimentação, saneamento básico e sistemas de drenagem adequados; principalmente nos bairros Alto São Severino, Leandro Bezerra e nas rodovias RN-117 e RN-233 que interceptam Caraúbas/RN. Nas áreas rurais, as estradas de terra tornam-se intransitáveis, dificultando o acesso a serviços essenciais. As áreas rurais mais afetadas com as fortes chuvas foram a comunidades de Apanha Peixe e Cachoeira, ambas também interceptadas pelas RN-233 e RN-117 respectivamente.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, L.V.; Zhang, X.; Peterson, T.C.; Caesar, J.; Gleason, B.; Tank, A.M.G.K.; Haylock, M.; Collins, D.; Trewin, B.; Rahimzadeh, F.; et al. **Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation**. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1218357](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1218357). Acessado em: 7 ago. 2023.

ANDERSON, M. C., ZOLIN, C. A., SENTELHAS, P. C., HAIN, C. R., SEMMENS, K., YILMAZ, M. T., TETRAULT, R. (2016). **Remote Sensing of Environment The Evaporative Stress Index as an indicator of agricultural drought in Brazil: An assessment based on crop yield impacts**. *Remote Sensing of Environment*, 174, 82–99. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.034>. Acessado em: 8 ago. 2023.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para Trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S.A. 1-12. 1996.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos: Inundações Bruscas – novembro de 2008**, Brasília, 2012.

CGEE - Centro de Gestão e estudos estratégicos. **Mudança do clima no Brasil: Vulnerabilidade, impactos e adaptação**. Brasília: CGEE. ISSN 1413-9375. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/DieterMuehe/publication/258093077\\_Vulnerabilidade\\_impactos\\_e\\_adaptacao\\_a\\_mudancas\\_do\\_clima\\_a\\_zona\\_costeira/links/543292250cf22395f29c2918/Vulnerabilidade-impactos-e-adaptacao-a-mudancas-do-clima-a-zona-costeira.pdf#page=150](https://www.researchgate.net/profile/DieterMuehe/publication/258093077_Vulnerabilidade_impactos_e_adaptacao_a_mudancas_do_clima_a_zona_costeira/links/543292250cf22395f29c2918/Vulnerabilidade-impactos-e-adaptacao-a-mudancas-do-clima-a-zona-costeira.pdf#page=150). Acessado em: 8 ago. 2023.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Meteorologia**. Disponível em: <https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/inicio>. Acessado em: 9 ago. 2023.

FREITAS, C. M. D; SILVA, D. R. X; SENA, A. R. M. D; SILVA, E. L; SALES, L. B. F; CARVALHO, M. L. D; CORVALÁN, C. **Desastres naturais e saúde: uma análise da situação o Brasil**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, p. 3645-3656, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Caraúbas-RN**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/caraubas.html>. Acessado em: 15 ago. 2023.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. Brasília: INMET. 2019. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acessado em: 20 ago. 2023.

MI - Ministério da Integração Nacional; SEDEC - SEDEC-MI Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Gestão de riscos livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional. 2017. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/I---Gestao-de-Risco---Livro-Base.pdf>. Acessado em: 20 ago. 2023.

SANTOS JÚNIOR, J. I dos; OLIVEIRA, M. A. B; LINHARES FILHO, F. L.C; LINHARES, E. L. da R. **Consequências dos desastres naturais inerentes a irregularidade das chuvas no município de Caraúbas-RN e circunvizinhos**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 3: Congestas 2015. ISSN 2318-7603

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Norte. **Região Nordeste**. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/area-da-atuacao-da-sudene/regiao-nordeste>. Acesso em 13/07/2023.

TOMINAGA, L.K; Santoro, J; Amaral, R; et al. **DESASTRES NATURAIS: CONHECER PARA PREVENIR**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 11-23, 2009.

SOUZA, W. M; de AZEVEDO, P. V; de ARAÚJO, L. E. **Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade de Recife-PE**. Revista Brasileira de Geografia Física, v 5, n 2, p 250-268, 2012.

OLÍMPIO, J. L S; VIEIRA, P. M. B; ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. **Episódios Pluviais Extremos e a Vulnerabilidade Socioambiental do município de Fortaleza: o episódio do dia 27/03/2012**. Geo UERJ, v 1, n 24, p 181-206, 2013.  
J. Geophys. Res. Space Phys. 2006, 111, 1–22. [CrossRef].