



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

VINICIUS FERREIRA LUNA

**EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA E SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM
JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ**

Recife - PE

2023

VINICIUS FERREIRA LUNA

**EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA E SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM
JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Regionalização e Análise Regional.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental, Dinâmica Superficial e Climática Das Paisagens.

Orientador (a): Cristiana Coutinho Duarte

Coorientador (a): Ranyére Silva Nóbrega

Recife - PE

2023

Catálogo na Fonte
Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

L961e Luna, Vinícius Ferreira.
Eventos extremos de chuva e suscetibilidade a inundações em Juazeiro do Norte, Ceará / Vinícius Ferreira Luna. – 2023.
140 f. : il. ; tab. ; 30 cm.

Orientadora : Cristiana Coutinho Duarte.
Coorientador : Ranyére Silva Nóbrega.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2023.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Geografia. 2. Clima urbano. 3. Técnica dos quantos. 4. Impacto associado à chuva. 5. Modelo HAND. 6. Cariri (CE : Microrregião). 7. Juazeiro do Norte (CE). I. Duarte, Cristiana Coutinho (Orientadora). II. Nóbrega, Ranyére Silva (Coorientador). III. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2023-123)

VINICIUS FERREIRA LUNA

**EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA E SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM
JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia. Área de concentração: Regionalizações e Análise Regional.

Aprovado em: 08 / 02 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a Cristiana Coutinho Duarte (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega (Coorientador)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Prof^a. Dr^a Juliana Maria Oliveira Silva (Examinadora Externa)
Universidade Regional do Cariri – URCA

Prof. Dr. Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley (Examinador Externo)
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

À minha mãe, Francisca Maria, a quem
tanto admiro e me inspiro!

AGRADECIMENTOS

Continuo com a ideia de que é impossível chegar até aqui sozinho. Separo este espaço para agradecer a todos que, de maneira direta e/ou indireta, contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço:

A Deus por ter me concebido “juízo” (rsrs) para chegar até aqui e concluir mais uma etapa.

À minha mãe (Francisca Maria) e à minha irmã (Maria Daliane), por sonharem meus sonhos comigo e por me apoiarem e me incentivarem a continuar. Sem vocês eu não teria chegado tão longe!

À minha orientadora, Prof^a Cristiana Duarte, pelo acolhimento no TROPOCLIMA, orientações e por ter contribuído grandemente para minha formação.

Ao meu coorientador, Prof. Ranyére Nóbrega, pelas contribuições a essa pesquisa e a minha formação, e pelo acolhimento no TROPOCLIMA Semiárido.

À Prof^a Juliana Maria (URCA), a quem me faltam palavras para agradecer. Meu muito obrigado por, desde a graduação, acreditar no meu potencial, por todo incentivo, pelas oportunidades, pelo cuidado e pela amizade.

Ao Prof. Lucas Suassuna (IFAL), pelas contribuições nas bancas de qualificação e de defesa.

Ao Prof. Fabio Sanches (UFJF), pela amizade e pelas contribuições durante a disciplina sobre mudanças climáticas e a questão ambiental, no PPGeo/UFJF, e pela ajuda na interpretação das cartas sinóticas.

Ao Prof. Marcelo Moura (UFPB), pela assistência e pelas sugestões durante a disciplina de climatologia dinâmica do Nordeste brasileiro no PPGG/UFPB.

À Prof^a Simone Ribeiro (URCA), por muito contribuir na minha formação acadêmica e por compartilhar material bibliográfico sobre o Juazeiro.

Ao coordenador da Defesa Civil de Juazeiro, Sr. Antônio Oliveira de Sousa, pela disposição de esclarecer minhas dúvidas e por fornecer material para o desenvolvimento desta pesquisa.

A João Victor, pela amizade e parceria, e por, mesmo com os contratemplos e correrias, estar sempre disponível para me ouvir e me ajudar em trabalhos de campo, mapeamentos e revisão do texto.

Ao TROPOCLIMA (UFPE), em especial a Tamires Gabryele, pelo acolhimento e pela amizade construída nesses dois anos; a Rafael dos Anjos e a Lucas Santos, pelas dicas em relação ao modelo *HAND*.

À Lillian dos Anjos, minha dupla no mestrado, pela parceria e pela amizade durante esses dois anos. Obrigado por sempre estar disponível para ouvir minhas angústias e felicidades, e contribuir bastante para elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, em especial a Synara Silva, por me acompanhar no trabalho de campo. À Mirelle Oliveira e à Patrícia Ramos pelo apoio e pela ajuda na revisão do texto. À Maria Clarice, por ter me fornecido bibliografia sobre a Técnica dos Quantis. À Sinara Sousa, David Leonardo, José Ramon, Celiane Januário Myrna Lorena, Thiago Felix, Tiago Alexandre, Suzana Dainara, Anne Catherine, Cássio Expedito e Vanesca Costa pela amizade, pelas contribuições e pelo suporte.

À equipe do LABCLIMA (URCA), o qual ainda faço parte, pelas tardes de conversa e trocas de conhecimento, em especial, a Joyce Ferreira, Manoel Vinicius, Ana Poliana e Ana Gabriela.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO), da Universidade Federal de Pernambuco, em especial ao secretário Eduardo por toda assistência mesmo estando em período remoto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa, que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

“Quase todas as nossas áreas metropolitanas têm problemas anuais de inundações do espaço urbano em diferentes graus de intensidade e, de quando em quando, são teatros de calamidades” (MONTEIRO, 2015).

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a climatologia dos eventos extremos de chuva nas escalas anual, mensal e diária em Juazeiro do Norte (CE), e avaliar a suscetibilidade a inundações deflagradas por eventos de chuvas extremas no município. Os procedimentos metodológicos relacionados à análise dos eventos de chuva foram a técnica estatística dos quantis, a fim de classificar os anos secos e chuvoso, e definir um limiar de chuva para o município, estatística descritiva para os dados mensais e a metodologia dos máximos de precipitação, elegendo eventos por níveis de intensidade, identificando, assim, episódios máximos diários. Analisou-se também cartas sinóticas e imagens de satélite do CPTEC/INPE, com o intuito de identificar os sistemas atmosféricos atuantes durante os eventos. A investigação dos impactos foi realizada a partir dos dados do S2ID, decretos municipais, e a partir da análise de notícias veiculadas a jornais (local, estadual e regional) e blogs, como também foram realizadas visitas técnicas de checagem em campo a fim de coletar pontos para o mapeamento. A fim de identificar áreas suscetíveis à inundações, aplicou-se o modelo HAND para o município de Juazeiro do Norte. Constatou-se que os anos de 2004 e 2011 foram muito chuvosos, e os anos de 1993 e 2012 muito secos para a série histórica analisada. Os meses mais chuvosos estão associados a quadra chuvosa da região (janeiro a abril). Foram estabelecidos três limiares ligados a eventos de chuva em 24 horas: forte (20,0mm), muito forte (37,0mm) e extremamente forte (62,0mm). A partir da análise dos impactos, foi possível constatar que 38% desses se concentram no mês de março, 23% em fevereiro, 13% em abril e 16% em janeiro, tendo relação direta com a quadra chuvosa. Também foi realizada a sua espacialização, observando que os maiores registros se concentram nos bairros Lagoa Seca e São José. Com a aplicação do HAND, gerou-se a suscetibilidade a carta de inundações para o município com 5 classes de suscetibilidade (muito alta, alta, média, baixa, e muito baixa). Verificou-se que os bairros que apresentaram alta e muita alta suscetibilidade à inundações, estão associados à planície do rio Salgadinho, ao riacho das Timbaúbas e ao riacho do Touro. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar a ocorrência anual, mensal e diária dos eventos extremos de chuva no município de Juazeiro do Norte, a frequência e a espacialização dos impactos associados, e sua relação com as áreas de suscetibilidade à inundações.

Palavras-chave: clima urbano; técnica dos quantos; impacto associado a chuva; modelo HAND; Cariri cearense.

ABSTRACT

This research aims to analyze the climatology of extreme rainfall events on the annual, monthly and daily scales in Juazeiro do Norte (CE) and to evaluate the susceptibility to flooding triggered by extreme rainfall events in the municipality. The methodological procedures related to the analysis of rainfall events were the statistical technique of quantiles, in order to classify dry and rainy years and define a rainfall threshold for the municipality, descriptive statistics for monthly data and the methodology of maximum precipitation, choosing events by intensity levels, thus identifying maximum daily episodes. Synoptic charts and satellite images from CPTEC/INPE were also analyzed, in order to identify the atmospheric systems active during the events. The investigation of the impacts was carried out based on S2ID data, municipal decrees, and based on the analysis of news published in newspapers (local, state and regional) and blogs, as well as technical visits to check the field in order to collect points for mapping. In order to identify areas susceptible to flooding, the HAND model was applied for the municipality of Juazeiro do Norte. It was found that the years 2004 and 2011 were very rainy, and the years 1993 and 2012 very dry for the analyzed historical series. The rainiest months are associated with the region's rainy season (January to April). Three thresholds linked to rainfall events in 24 hours were established: heavy (20.0mm), very heavy (37.0mm) and extremely heavy (62.0mm). From the analysis of the impacts, it was possible to verify that 38% of these are concentrated in the month of March, 23% in February, 13% in April and 16% in January, having a direct relationship with the rainy season. Its spatialization was also carried out, noting that the largest records are concentrated in the Lagoa Seca and São José neighborhoods. With the application of HAND, the susceptibility to the flood chart was generated for the municipality with 5 classes of susceptibility (very high, high, medium, low, and very low). It was verified that the neighborhoods that presented high and very high susceptibility to flooding are associated with the Salgadinho river plain, the Timbaúbas stream and the Touro stream. From the results obtained, it was possible to observe the annual, monthly and daily occurrence of extreme rainfall events in the municipality of Juazeiro do Norte, the frequency and spatial distribution of the associated impacts and their relationship with the areas of susceptibility to flooding.

Keywords: quantiles technique; rainfall-associated impact; HAND model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Demonstração da ocorrência de alagamentos, enchente e inundação	31
Figura 2 - Localização da área de estudo	38
Figura 3 - Núcleo de formação de Juazeiro do Norte em 1875	41
Figura 4 - Litologia de Juazeiro do Norte - CE	44
Figura 5 - Unidades geomorfológicas de Juazeiro do Norte - CE	45
Figura 6 - Mapa da drenagem de Juazeiro do Norte - CE.....	47
Figura 7 - Classes de solos de Juazeiro do Norte - CE.....	49
Figura 8 - Uso e ocupação de Juazeiro do Norte - CE.....	51
Figura 9 - Fórmulas e níveis de intensidade para determinar os eventos extremos de chuva.....	57
Figura 10 - Procedimento para calcular a grade HAND	61
Figura 11 - Distribuição anual das chuvas para o município de Juazeiro do Norte e definição de anos secos e chuvosos (1991 a 2021).....	64
Figura 12 – Dados médios mensais de precipitação para o período de 1991 a 2021 para o município de Juazeiro do Norte.....	65
Figura 13 – Frequência mensal dos Quantis 65%, 85% e 95% de precipitação diária para Juazeiro do Norte no período de 1991 a 2021	67
Figura 14 - Quantidade de eventos extremos por níveis de intensidade para Juazeiro do Norte – CE, no período de 1991 a 2021.....	68
Figura 15 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 16/02/2004	69
Figura 16 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 12/02/2008	71
Figura 17 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 03/01/2011	72
Figura 18 – Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 26/03/2020	73
Figura 19 - Número de reportagens analisadas no período de 2003 a 2021 para Juazeiro do Norte – CE	77
Figura 20 - Localização dos bairros da zona urbana de Juazeiro do Norte – CE	78
Figura 21 - Registro de impactos associados às chuvas por bairro, na zona urbana de Juazeiro do Norte - CE	79

Figura 22 – Mapa de suscetibilidade a inundações para Juazeiro do Norte – CE	87
Figura 23 – Relação das áreas mapeadas pela CPRM (2013) com a suscetibilidade a inundações gerada pelo HAND para Juazeiro do Norte - CE	89
Figura 24 – Uso e ocupação do ponto 8 na rua Arnóbio Barcelar Caneca, no bairro Lagoa Seca em Juazeiro do Norte - CE	90
Figura 25 – Problemas de drenagem na rua Arnóbio Barcelar Caneca em Juazeiro do Norte - CE	91
Figura 26 – Uso e ocupação do ponto 12 na Av. Plácido Aderaldo Castelo, no bairro Lagoa Seca em Juazeiro do Norte - CE	92
Figura 27 - Inundações na Av. Plácido Aderaldo Castelo devido ao transbordamento da lagoa da APUC em Juazeiro do Norte – CE.....	93
Figura 28 - Uso e ocupação do ponto 20 na Av. Virgílio Távora, no bairro Aeroporto em Juazeiro do Norte - CE	94
Figura 29 - Uso e ocupação do ponto 1 na Av. Padre Cicero, no bairro São José em Juazeiro do Norte - CE	95
Figura 30 – Impactos das chuvas registrado no ponto 1 – Atacadão, no bairro São José em Juazeiro do Norte – CE.....	96
Quadro 1 - Exemplo dos tipos de riscos abordados na literatura	34
Quadro 2 - Modelos abordados na literatura para mapeamento de risco a inundações	36
Quadro 3 – Inventário dos impactos ocorridos em Juazeiro do Norte - CE.....	82
Fluxograma 1 – Organização dos materiais e métodos da dissertação	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de limiares de eventos extremos de chuva adotados na literatura	27
Tabela 2 - Alguns exemplos da utilização da técnica dos quantis na literatura.....	54
Tabela 3 - Classificação da precipitação anual a partir da ordem quantílica.....	55
Tabela 4 - Classificação da precipitação diária a partir da ordem quantílica.....	55
Tabela 5 - Modelo de tabulação de notícias veiculada pelo jornal	58
Tabela 6 – Reclassificação do modelo HAND para Juazeiro do Norte - CE	62
Tabela 7 - Limiares de precipitação para cada intervalo quantílico para o município de Juazeiro do Norte analisados durante os anos de 1991 a 2021.....	63
Tabela 8 - Limiares de chuva a partir de classes quantílicas para o intervalo diário Norte no período de 1991 a 2021.....	66
Tabela 9 - Quantidade de registros diários dos Quantis 65%, 85% e 95% para Juazeiro do Norte no período de 1991 a 2021.....	66
Tabela 10 - Valores de referência cada nível de intensidade para o posto sede de Juazeiro do Norte – CE (1991 a 2021).....	67
Tabela 11 - Eventos extremos diário de nível IV para Juazeiro do Norte – CE (1991 – 2021)	68
Tabela 12 - Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) - Juazeiro do Norte (2003 - 2016).....	74
Tabela 13 - Pontos de ocorrência de impactos associados a eventos extremos de chuva.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ALOS	<i>Advanced Land Observing Satellite</i>
ASAS	Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CE	Ceará
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRAJUBAR	Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
ECP	Estado de Calamidade Pública
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
HAND	<i>Height Above The Nearest Dranaige</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
m	Metro
mm	Milímetro
Nº	Número
NEB	Nordeste Brasileiro
OCHA	Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários
PDDU	Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano
PIB	Produto Interno Bruto
RMCariri	Região Metropolitana do Cariri
SE	Situação de Emergencia
SCU	Sistema Clima Urbano
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
S2ID	Sistema Integrado de Informação sobre Desastres
T.G.S	Teoria Geral dos Sistemas
URSS	<i>United States Geological Survey</i>
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	CLIMA URBANO E O CLIMA DAS CIDADES.....	22
3.1.2	<i>Sistema Clima Urbano - S.C.U e o enfoque hidrometeorico</i>	24
3.2	CHUVAS, EXTREMOS DE CHUVA E SUAS MULTIFACES: DEFINIÇÕES, LIMIARES E IMPACTOS.....	26
3.2.3	<i>Impactos associados às chuvas</i>	29
3.3	AS CHEIAS URBANAS E A SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO.....	30
3.3.1	<i>Suscetibilidade, riscos e vulnerabilidade: conceitos e aplicações</i>	33
4	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, HISTÓRICOS E FÍSICO-AMBIENTAIS DE JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ	38
4.1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	38
4.2	DO NÚCLEO RURAL DE “JOASEIRO” À CIDADE: REGISTRO DA FORMAÇÃO HISTÓRICA DE JUAZEIRO DO NORTE – CE.....	39
4.3	ASPECTOS FÍSICOS-AMBIENTAIS DE JUAZEIRO DO NORTE.....	43
4.3.1	<i>Geologia e Unidades Geomorfológicas</i>	43
4.3.2	<i>Hidrografia e Clima</i>	46
4.3.3	<i>Classes de Solos e o Uso e Ocupação da terra</i>	49
5	MATERIAL E MÉTODOS	52
5.1	ANÁLISE DO SÍTIO URBANO E PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE 1:250.000.....	52
5.2	OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS A PARTIR DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS.....	53
5.2.1	<i>Técnica estatística dos quantis</i>	54
5.2.2	<i>Metodologia dos Máximos de Precipitação</i>	56
5.3	ANÁLISE DOS IMPACTOS ASSOCIADOS AS CHUVAS.....	57

5.3.1	<i>Análise das reportagens de jornal e escolha dos pontos representativos.....</i>	58
5.3.2	<i>Inventário de registro dos impactos associados.....</i>	59
5.4	MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO.....	60
5.4.1	<i>Modelo Height Above the Nearest Drainage (Altura Acima da Drenagem Mais Próxima) – HAND.....</i>	60
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63
6.1	CHUVAS EM JUAZEIRO DO NORTE: ANÁLISE DE EXTREMOS.....	63
6.1.1	<i>Sistemas atmosféricos e a gênese dos eventos extremos diários de precipitação.....</i>	67
6.2	IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS CHUVAS EM JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ.....	74
6.2.1	<i>Impactos associados às chuvas registradas em mídias digitais.....</i>	76
6.2.2	<i>Inventário dos impactos associados às chuvas.....</i>	81
6.3	SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ.....	85
6.3.1	<i>Validação do modelo e análise de pontos significativas susceptíveis à inundação.....</i>	88
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	REFERÊNCIAS.....	100
	APÊNDICE A – FICHA DE CAMPO.....	112
	APÊNDICE B - TABULAÇÃO DAS REPORTAGENS DE JORNAIS.....	114
	ANEXO A – DECRETO Nº 1555 DE 24 DE MARÇO DE 2003.....	129
	ANEXO B – DECRETO Nº 1556 DE 26 DE MARÇO DE 2003.....	130
	ANEXO C – DECRETO Nº 1570 DE 25 DE JUNHO DE 2003.....	131
	ANEXO D – DECRETO Nº 1595 DE 04 DE FEVEREIRO DE 2004.....	132
	ANEXO E – DECRETO Nº 1596 DE 16 DE FEVEREIRO DE 2004.....	133
	ANEXO F – DECRETO Nº 1610 DE 16 DE AGOSTO DE 2004.....	134
	ANEXO G – DECRETO Nº 236 DE 12 DE FEVEREIRO DE 2008.....	135
	ANEXO H – DECRETO Nº 250 DE 28 DE MARÇO DE 2008.....	136
	ANEXO I – DECRETO Nº 16 DE 01 DE ABRIL DE 2013.....	138
	ANEXO J – DECRETO Nº 21 DE 02 DE MAIO DE 2013.....	140

1 INTRODUÇÃO

A percepção predominante nas sociedades humanas contemporâneas é a de que “nunca” foi tão importante estudar os fenômenos climáticos, quanto a sua periodicidade, distribuição espacial e suas tendências. As excepcionalidades climáticas, ou eventos naturais extremos, tem tomado cada vez mais importância para as distintas sociedades e os meios de comunicação global (MENDONÇA E ROSEGHINI, 2012; STEIKE E OLIVEIRA, 2013), como consequência do aumento dos impactos gerados por tais eventos.

Os eventos climáticos extremos podem se manifestar a partir de distintas formas. A precipitação, um elemento natural de origem climática, afeta diretamente a região Nordeste do Brasil e sua população, seja pela sua escassez, seja pelo seu excesso em um curto período, tendo como principais implicações os impactos sociais, econômicos e naturais (ANDRADE, 2005). Desvios positivos das chuvas ocasionam diversos impactos, como alagamento e inundações nas áreas interioranas dessa região. Contudo, percebe-se que, na literatura científica, estes desvios são estudados e analisados com maior recorrência no setor litorâneo nordestino, sobretudo na Zona da Mata, ao passo que no interior são investigados, recorrentemente, os impactos decorrentes dos desvios negativos de chuva.

Esses desvios se atribui o termo evento extremo, estando diretamente associado aos fenômenos excepcionais, sejam de natureza geológica, como erupções vulcânicas, abalos sísmicos e tsunamis, ou provenientes de variações no clima, como estiagem, secas prolongadas e períodos de intensas chuvas concentradas, que causam prejuízo às populações (MACÊDO E SANTOS, 2021). Ademais, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2014) – relata que os impactos desses fenômenos extremos relacionados com o clima trazem sérias consequências para a saúde mental e para o bem-estar humano, visto que os desastres desencadeados por um evento adverso causam não só danos materiais, mas também, em sua grande maioria, danos psicológicos à população exposta.

De acordo com o relatório de Desastres Naturais na América Latina e no Caribe, do Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários – OCHA (2020) –, na América Latina e no Caribe, ocorreram sérios prejuízos causados por inundações entre os anos de 2000 e 2019, totalizando US\$ 1 bilhão de dólares

em perdas. Salienta-se que a região possui maior propensão global a ter eventos extremos, incluindo cheias, tempestades, terremotos, secas, entre outros.

As inundações são consideradas um dos desastres naturais mais caros devido à grande variedade e à extensão dos danos causados por estas, desde danos diretos e perdas a ativos físicos e ambientais, incluindo pertences humanos e abrigos, sistemas ecológicos e produção em todos os setores econômicos, a questões relacionadas à saúde e à perda de vidas humanas (OCHO, 2020, p.16).

As inundações repentinas são o tipo mais perigoso devido ao seu poder destrutivo, somado a sua velocidade e imprevisibilidade. Pode acontecer sem nenhum aviso, com consequências devastadoras para populações, a qual é surpreendida sem nenhum preparo. O relatório evidencia ainda que, no período em questão, cerca de 41 milhões de pessoas foram afetadas por inundações na América Latina e no Caribe, dentre estes, 7.406.000 eram brasileiros. Assim, o Brasil foi o segundo país com maior número de pessoas atingidas pelas ocorrências de inundações, ficando atrás apenas da Colômbia, onde 10.000.000 milhões de pessoas foram afetadas (OCHO, 2020).

No Brasil, 80% da população vive em áreas urbanas, como apontam os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016). Com as mudanças climáticas, projeta-se um aumento dos riscos nas áreas urbanas, sobretudo para aqueles que carecem de infraestrutura e de serviços essenciais, os quais estão totalmente expostos aos riscos. Nos últimos anos, as cidades se depararam com uma encruzilhada de múltiplas crises, desde uma pandemia inesperada, ao aprofundamento da emergência climática. Isso mostra o quão necessário e eminente é o entendimento dos fenômenos e das medidas de adaptação, visando a identificação e a priorização das ações de mitigação dos impactos (JIA *et al.*, 2019; SHARIFI *et al.* 2021).

O aumento da população urbana atrelado a falta de planejamento para a ocupação de novos espaços, além da elevada desigualdade social nas cidades brasileiras, amplia as áreas de alta vulnerabilidade aos desastres. Esse contexto reflete na ineficiência das respostas aos desastres no Brasil, provocando enormes prejuízos socioeconômicos, como em 2017, que chegou a atingir R\$ 39,4 bilhões. Os valores foram mais expressivos na região Nordeste, com 1.219 municípios afetados e R\$ 24,6 bilhões em prejuízos; seguido do Sudeste, com 465 municípios afetados e prejuízos em torno de R\$ 12,5 bilhões (GRID+10, 2021).

Ao analisar o Atlas Brasileiro de Desastres, do período de 1991 a 2012, volume Brasil e Ceará, observa-se que, na região Nordeste, a seca é o desastre com maior registro, seguido de inundação, enxurrada e alagamento. Isso se reflete no Ceará, onde 84% dos desastres estão relacionados a eventos de seca, e 15% associados a inundação, enxurrada e alagamentos, e 1% relacionado a outros desastres (CEPED/UFSC, 2013 a e b).

A ocorrência frequente, juntamente com a ampla publicidade dos eventos de chuvas fortes nos últimos anos, tem estimulado os debates sobre os efeitos das mudanças climáticas na intensificação de fenômenos associados a tais eventos. Apesar da recorrência e da intensificação dos impactos dos eventos extremos de chuva no Brasil, a partir do século XXI, o país não tem evoluído na gestão de riscos, gerando problemas socioambientais em diferentes escalas (TUCCI, 2007; FBDS, 2009; LAKATOS *et al.*, 2021).

Um dos grandes problemas enfrentados nas cidades brasileiras está relacionado à adaptação aos eventos extremos, sobretudo aos de ordem pluviométrica e suas consequências. O crescimento urbano, na maioria dos casos, não acompanhou a dinâmica da natureza, resultando no comprometimento da qualidade desses ambientes. Diante do cenário atual, as mudanças climáticas globais e os eventos extremos oriundos delas têm sido responsáveis por acentuar parte dos problemas sociais, econômicos e ambientais nas escalas global, regional e local (AMORIM, 2013; PAZ *et al.* 2019).

A exemplo, destacam-se as chuvas extremas que atingem anualmente diversas regiões do Brasil, e que, ao longo do tempo, ganharam maior notoriedade na mídia nacional devido aos impactos socioambientais decorrentes. Como exemplos, destacam-se as chuvas ocorridas no início do ano de 2022, em Petrópolis – RJ, responsáveis por acometer inúmeras vítimas, devido aos volumes elevados de precipitação no espaço curto de tempo, e aos deslizamentos.

Na Região Nordeste, destacam-se as chuvas que ocorreram na Região Metropolitana do Recife – PE, ocorridas no mês de maio do mesmo ano, que também ocasionaram inúmeros desastres físicos e humanos decorrentes da falta de infraestrutura urbana para suportar os altos volumes de precipitação. Vale mencionar também as inundações ocorridas no município de Juazeiro do Norte, local de estudo da presente pesquisa, nos meses de outubro e de novembro de 2022, decorrentes de

chuvas atípicas para o município, fora da quadra chuvosa, ocasionando impactos significativos na zona urbana do município.

A população mais pobre está exposta aos impactos gerados pelos eventos extremos, por ocupar, na maioria das vezes, áreas de risco, tornando-se ainda mais vulnerável aos impactos socioambientais causados por esses eventos. Essa população apresenta menor capacidade para suportar esses impactos, comparado às localidades de maior infraestrutura e com uma população de maior poder aquisitivo, devido, sobretudo, a falta de políticas públicas, planejamento e assistência do governo para quem está exposto a essas condições. Armond e Sant'Anna Neto (2017, p. 7) enfatizam que os inúmeros efeitos negativos provocados pelas chuvas intensas, do ponto de vista social, funcionam como “indicadores das diferentes formas das quais o espaço é produzido”.

Em face ao exposto, selecionou-se como recorte espacial da pesquisa o município de Juazeiro do Norte (CE), inserido na Região Metropolitana do Cariri (RMCariri - Ceará). Este município se encontra em crescimento, sem ações e políticas que priorizem as condições geoambientais do sítio urbano, resultando em ocupações em áreas de risco, ou áreas de proteção ambiental.

Atrelado a isso, Juazeiro do Norte tem histórico de intensas chuvas, ocorridas em pouco espaço de tempo, deflagradoras de impactos socioambientais que atingem sobretudo a população mais pobre, inseridas, em sua grande maioria, em áreas de risco ambiental e social por serem economicamente desfavorecidos. Pautado nessas questões, o trabalho buscou analisar a climatologia dos eventos extremos de chuva, os impactos associados e como se configura a suscetibilidade a inundações no município.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a climatologia dos eventos extremos de chuva, no período de 1991 a 2021, e avaliar a suscetibilidade à inundação e a alagamentos deflagradas por episódios de chuvas extremas na zona urbana do município de Juazeiro do Norte, Ceará.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a climatologia dos eventos extremos de chuva nas escalas anual, mensal e diária;
- Definir os limiares de eventos extremos de chuva diária para Juazeiro do Norte;
- Averiguar e espacializar os principais impactos decorrentes dos eventos de chuva extrema;
- Investigar os fatores condicionantes naturais e antrópicos da suscetibilidade a inundação no município;
- Mapear a suscetibilidade a alagamento e inundação a partir da aplicação do modelo HAND.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLIMA URBANO E O CLIMA DAS CIDADES

A climatologia urbana constitui uma das áreas específicas da climatologia geográfica, inserida em um dos ramos da geografia, a geografia física, e tem o clima urbano como objeto de estudo. Por sua vez, a climatologia urbana é considerada uma das áreas recentes da ciência climática. Vale aqui enfatizar a preocupação do homem com o clima, em específico o clima das cidades, o qual não poderia acontecer sem a existência das cidades em si (CASTELHANO, 2020).

O desenvolvimento dessa ciência está relacionado à expansão das cidades, proveniente dos acontecimentos da Revolução Industrial. Ela tem como percussores John Evelyn (1661) e Luke Howard (1818). O primeiro com a obra intitulada de *Fumifugium*, tratando sobre o clima (urbano) de Londres, motivado pela ocorrência do episódio de alta concentração de poluentes e seus efeitos na saúde. E o químico inglês, Luke Howard, com a obra *The climate of London*, publicado em 1818, e posteriormente republicado de forma expandida em 1833, abordando questões acerca da temperatura do ar (NASCIMENTO JUNIOR, 2018; CASTELHANO, 2020).

Com o aumento da industrialização e o crescimento das áreas metropolitanas, após a Segunda Guerra Mundial, os estudos de clima urbano se intensificaram e multiplicaram na Europa e na América do Norte, tornando evidente a contaminação atmosférica nas cidades. Destacam-se estudos importantes como o de Chandler (1965) e Landsberg (1981), os quais são considerados como importantes contribuições para essa área (AMORIM, 2013).

Com os avanços dos estudos ao longo do século XX, surgiram definições do que seria o clima urbano. Para Monteiro (1976, p. 57), constitui-se como a modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa notável mudança principia. Portanto, o clima da cidade é modificado por conta de alterações em superfície, onde produz o aumento de calor, modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas. Sendo assim, este é resultado da interação dos aspectos físico-naturais e as atividades antrópicas ocorridas na “urbe”.

Lombardo *et al.* (2022) considera que o clima urbano é decorrente do processo de urbanização que interfere diretamente na atmosfera local. Essa interferência afeta consideravelmente as condições de conforto ambiental na urbe.

O clima urbano é caracterizado como um sistema complexo, dotado de diversas variáveis que influenciam direta e indiretamente o ambiente, onde a soma das partes pode não ser o todo. Além disso, as saídas (*outputs*) não são necessariamente provenientes das entradas (*inputs*) no sistema, ou seja, as variáveis diretas no sistema nem sempre correspondem às variáveis de saída, devido às transformações e mudanças ao longo dos processos dentro deste sistema complexo (FREITAS, 2018).

De maneira geral, o clima constitui-se em uma das dimensões do ambiente urbano e sua alteração promove impactos sobre a saúde, o conforto e as atividades dos cidadãos. O estudo do clima das cidades se apresenta como campo de investigação fundamental a gestão do espaço urbano e, por conseguinte na melhoria da qualidade de vida das populações (ZANELLA; MOURA, 2013, p.76)

O fenômeno climático tem sido foco de inquietações e de questionamentos nos mais diversos setores da sociedade e em momentos da humanidade, sendo constantemente alvo de discussões por ser uma variável que afeta (in)diretamente o cotidiano das pessoas (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018; PIMENTEL; FERREIRA, 2019). Isso se deve pelo fato de que as atividades socioeconômicas urbanas, de forma geral, são fatores de formação do clima urbano, tendo a intensidade do adensamento urbano e a localização geográfica dessas cidades como forte influência em tal formação (MENDONÇA, 2015).

Nas cidades, a substituição das superfícies naturais pelas estruturas urbanas, modificam as propriedades físicas e químicas, os processos aerodinâmicos, térmicos, hidrológicos e de intercâmbio de massas que ocorrem na camada limite da atmosfera. O homem atuando neste espaço, a cidade, busca a sua dinamização e desenvolvimento e acaba por utilizar de “artifícios” que são ‘danosos’ ao meio, o que colabora para a transformação do clima urbano da cidade (FREITAS, 2018; LOMBARDO *et al.* 2022). Para Mendonça (2015), essas condições climáticas que derivam da alteração do ambiente natural para o ambiente construído se tornam palco de intensas atividades humanas, podendo alterar de forma drástica o balanço de energia.

Nas últimas décadas, os estudos sobre o clima das cidades vêm ganhando ainda mais destaque dentro da comunidade científica, principalmente no Brasil. Os motivos estão evidentemente ligados às questões das mudanças climáticas e pela

influência das condições climáticas sobre a saúde dos habitantes (PIMENTEL; FERREIRA, 2019).

3.1.1 Sistema Clima Urbano - S.C.U e o enfoque hidrometeorológico

Os estudos de clima urbano no Brasil tomaram forças a partir das contribuições do professor Monteiro, ao publicar sua tese de livre docência intitulada de “Teoria e Clima Urbano”, onde foi proposto o Sistema Clima Urbano (S.C.U), tendo como enfoque o clima da cidade em uma perspectiva associada e integrada, trazendo uma nova visão aos estudos da climatologia geográfica brasileira. A partir de ideias de David Harvey e de Brian Berry, Monteiro utilizou as reflexões para ampliar seus conhecimentos sobre as mudanças que ocorriam na geografia e sobre os estudos das cidades, levando o autor a fazer “um apelo à filosofia das ciências”, como destaca em sua obra. A Teoria Geral dos Sistemas (T.G.S.) de Ludwig Von Bertalanffy serviu como referencial à proposta do Sistema Clima Urbano, por uma preferência pragmática, imaginando-o capaz de revelar a essência de um fenômeno complexo como o clima e suas interações (MOURA, 2008).

Na teoria Clima Urbano, há uma preocupação pelo desenvolvimento de uma abordagem holística, que se reveste de uma associação entre ideias fundamentais como ordem de grandeza, grau de organização e categoria hierárquica (ZANELLA; MOURA, 2012). Monteiro (2004, p. 19) ressalta que sua proposta visa dois pontos fundamentais

em primeiro lugar, deixar claro que o vetor climático é apenas uma *parte de um* espectro de alta complexidade que caracteriza a condição urbana. Assim ele é um subsistema que visa um enquadramento dentro de uma *totalidade*. Considerando assim, o fator climático terá que ser projetado ao cidadão, mediado por sua percepção e executado por sua *intervenção*. Daí decorre o segundo ponto, ou seja: para que o sistema seja aberto, autorregulável, é imprescindível a sintonia entre a sociedade urbana e o poder público que a rege. O que significa vigência de um sistema político assentado na *democracia*.

Lima *et al.* (2012, p. 629) salientam que a metodologia proposta por Monteiro para o S.C.U.

projeta-se sobre a cidade e seus problemas, levando como premissa os três elementos que fundamentam a climatologia em geral, sendo eles temperatura, umidade e pressão atmosférica. Apresenta também ousadia, no sentido de inovação, pois coloca uma tentativa de estudo do clima urbano com a conduta de investigação que enxerga o homem e a natureza agindo em coparticipação e não com um antagonismo entre os mesmos.

Para uma compreensão maior da metodologia, o autor criou uma sequência de critérios e de enunciados básicos, em que explana os princípios de seu sistema: A. Pragmatismo; B. Dinamismo; C. Consistência; D. Empirismo e E. Modelismo, como destacado em Monteiro (1976 e 2015). O autor também apresenta enunciados básicos expostos como ideia reguladora (MONTEIRO, 1976, p. 95-103).

Amorim (2012) e Zanella e Moura (2012) pontuam que, a partir dessa proposta teórica, os estudos no campo da climatologia urbana no Brasil tiveram um crescimento considerável, incorporando um enfoque mais geográfico nas análises, ocorrendo em um primeiro momento no campo teórico, com aplicações mais sistematizadas somente no final da década de setenta e início dos anos oitenta

O S.C.U é um sistema singular, aberto, evolutivo, dinâmico e adaptativo que

visa compreender a organização climática peculiar da cidade e, como tal, é centrado essencialmente na atmosfera que, assim, é encarado como operador. Toda a ação ecológica natural e as associações aos fenômenos da urbanização constituem o conjunto complexo sobre o qual o operador age. Por isso, tudo o que não é atmosférico e que se concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos, constitui elementos do sistema estruturando-se em partes que, através de suas reações, definem atributos especiais (MONTEIRO, 2015, p. 21).

O S.C.U é dividido em três subsistemas: hidrometeorológico, físico-químico e termodinâmico. Essas categorias estão relacionadas com os canais de percepção humana, que são os impactos meteorológicos, a qualidade do ar e o conforto térmico.

O subsistema hidrometeorológico, o qual essa pesquisa tem como enfoque, “agrupa as formas meteorológicas, hídricas, como chuvas, neves e nevoeiros, mecânicas, como os tornados, descargas elétricas, tempestades, que têm a possibilidade de, eventualmente, se manifestar com grande intensidade e resultam em grandes impactos urbanos, causando perturbações e desorganizando a circulação e os serviços urbanos” (LIMA *et al.* 2012, p. 630). No Brasil, os eventos pluviais concentrados e seus impactos, principalmente relacionados aos alagamentos e às inundações, são os mais evidenciados, como aponta Zanella e Sales (2016).

Monteiro (1976) afirma que esses fenômenos “avultam como aqueles de maior importância, especialmente as formas de precipitação pluvial”, como também a ideia de impacto pressupõe ataque à integridade da cidade, perturbando as formas de circulação e de comunicação internas e de ligação externa. São eventos ligados ao ritmo de sucessão dos estados atmosféricos, que refletem variações extremas do ritmo, desvios dos padrões habituais (MONTEIRO, 1976).

Como exemplo da aplicação desse subsistema nos trabalhos, destaca-se o estudo de Gonçalves (1992) para Salvador, o pioneiro para o Nordeste Brasileiro, no qual analisou os impactos pluviais e a desorganização do espaço urbano. Zanella *et al.* (2009) se debruçaram sobre para Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, no Ceará, tendo o objetivo de identificar a ocorrência de eventos pluviométricos iguais ou superiores a 60 mm em 24 horas nos municípios, bem como analisar os impactos ocorridos dentro de Fortaleza. Sousa (2018) analisou a relação dos diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental com as ocorrências dos impactos gerados pelas chuvas no município de João Pessoa – PB.

3.2 CHUVAS, EXTREMOS DE CHUVA E SUAS MULTIFACES: DEFINIÇÕES, LIMIARES E IMPACTOS

Existem inúmeras perspectivas para definição de eventos extremos, havendo muitos fatores e variáveis que levam o pesquisador a identificar esses eventos e seus possíveis efeitos, assim, não há unanimidade da comunidade científica para definição destes, conforme destacado por Monteiro e Zanella (2017, p. 139). A escolha de limiares em uma distribuição é um tanto arbitrária (WALSH *et al.* 2020), pois a intensidade e o impacto desses fenômenos variam dependendo das condições sócio-naturais de cada ambiente onde eles ocorrem.

O entendimento das mudanças nos extremos de precipitação é complexo e pode depender de suas definições predeterminadas, pois muitas maneiras são utilizadas para definir precipitação extrema (DU *et al.* 2019; PENDERGRASS, 2018). Em diferentes localidades do mundo, as chuvas extremas são trabalhadas em variadas perspectivas. Spruce (2020) afirma que os eventos extremos de precipitação podem ser classificados como chuva forte e neve, que causam impactos e perturbações em nosso dia a dia. Já Salak *et al.* (2018, p. 38) salientam que esses são definidos como a “ultrapassagem de um limite que corresponde ao 99º percentil das quantidades diárias de chuva observadas em uma estação”. Em experimento para Europa, Schauwecker *et al.* (2019, p. 291), ressalta que a

precipitação extrema (normalmente na forma de altas intensidades, mas também de chuva congelante extensa e forte nevasca) é um tipo de clima de alto impacto que, em muitos casos, em muitas áreas diferentes do mundo atua como um gatilho para uma sequência de outros perigos naturais, como inundações, deslizamentos de terra, fluxos de detritos ou avalanches de neve.

No contexto do Brasil, Goudard (2019) salienta que os extremos podem ser considerados aqueles cujos totais anual, sazonal ou diário demonstram desvios de valores superiores ou inferiores à apresentação dos habituais da área no período analisado com potencial de deflagração de desastres. Nota-se também a variedade de limiares e definições já utilizados em pesquisas de diferentes lugares e regiões encontrados a partir de metodologias diversificadas, como mostra a Tabela 1. Macêdo e Santos (2021) apontam que, ao longo do território brasileiro, o comportamento dessas chuvas pode ser alterado pela localização geográfica, devido às grandes dimensões territoriais do país e por este ser influenciado por diversos sistemas atmosféricos, que ocasionam a variabilidade sazonal das precipitações.

Tabela 1 - Exemplos de limiares de eventos extremos de chuva adotados na literatura

AUTOR	LOCALIDADE	LIMIAR
	Região	
Vicente (2004)	Metropolitana de Campinas	50 mm/24h
Armond (2014)	Rio de Janeiro	20 mm /24h
Campos (<i>et al.</i> 2014)	Belém-PA	20 mm/24h
Monteiro (2016)	Ceará	50 mm/24h
Souza (<i>et al.</i> 2018)	Alfenas – MG	40 mm/24h
Silva (2018)	João Pessoa - PB	100 mm/24h
Goudard (2019)	Bacia do Alto Iguaçu - PR	30 mm/24h

Fonte: Adaptado de Goudard (2019)

Algumas pesquisas utilizam parâmetros fixados para definir os eventos extremos, enquanto outras empregam técnicas estatísticas para estabelecer esse parâmetro. Como exemplo da utilização de um parâmetro predefinido, Zanella (2006), em análise do bairro Cajuru, em Curitiba/PR, determinou 60mm/24h ou mais, bem como a somatória de chuvas de três dias (72h) como evento extremo, e Reis (2016) adotou o mesmo limiar para classificar eventos extremos de chuva para Juazeiro do Norte/CE. Para a cidade de João Pessoa/PB, Silva (2018) utiliza o limiar de

100mm/24h, baseando a escolha do limiar em trabalhos já realizados como também reportagens de desastres noticiados em reportagens de jornais do município.

Como exemplo de trabalhos que empregam técnicas estatísticas para estabelecer um limiar de chuva, destacam-se os trabalhos de Monteiro (2016) para o Ceará, Duarte *et al.* (2015) para Ipojuca – PE, e Wanderley *et al.* (2018) para Recife – PE, utilizando-se da técnica estatística dos quantis. Goudard (2019), em sua pesquisa para bacia do Alto Iguaçu no Paraná, utilizou também estatística para definir um limiar de chuva para sua área, utilizando a técnica dos percentis, adotando os percentis 90, 95 e 99%.

Para Monteiro e Zanella (2017), a eleição desses fatores, para definição dos limiares, depende tanto de um ponto de vista físico e/ou estático, como também de um ponto de vista social, quando se envolve variáveis como vulnerabilidade e resiliência. Oliveira *et al.* (2012) destacaram que são as muitas dificuldades para estabelecer limiares adequados, dentre as quais, se destacam a má distribuição dos postos pluviométricos, a escassez de dados pluviométricos, as falhas nas séries históricas, entre outros. Por essas questões, muitos pesquisadores acabam adotando limiares fixos de maneira aleatória para suas pesquisas, o que gera diferentes abordagens na comunidade científica.

Nesses casos, não são levadas em consideração as condições climáticas específicas e extremas em contextos urbanos, altamente modificados do ponto de vista das condições climáticas naturais. Nessa perspectiva, também não são considerados os cenários de possíveis mudanças climáticas, associados à intensificação dos extremos climáticos e seus impactos. Essas chuvas, na geografia, passam a ser analisadas não apenas em termos percentuais, quantitativos ou de limiares, mas em função da relação dessas com os impactos deflagrados (ARMOND e SANT'ANNA NETO, 2017; GOUDARD, 2019).

Medeiros (2018, p. 49) certifica que

eventos climáticos extremos, mesmo que não sejam extremos estatisticamente, podem desencadear condições e impactos extremos devido às condições críticas sociais e ambientais aonde incidem ou, simplesmente por acontecer simultaneamente a outros eventos. Entretanto, nem todos os eventos extremos conduzem necessariamente a impactos graves.

Quando falamos de eventos extremos de chuva, principalmente, no que tange o espaço urbano, essas relações que envolvem a apropriação do espaço funcionam como potencializadores dessas ocorrências, ocasionando assim maiores

consequências à população (SILVA; FIALHO, 2021). Para Monteiro (1976, 2015), esses fenômenos se configuram como descontínuos, cuja variação no tempo admite padrões normais de distribuição anual, bem como desvios extremos que levam à escassez e ao excesso. Em situações relacionadas ao segundo caso, o autor também destaca que esse assunto exige maiores considerações, no que diz respeito tanto à gênese do fenômeno como ao seu impacto urbano.

3.2.1 Impactos associados às chuvas

A ocorrência de eventos de chuva extrema desencadeia uma série de transtornos, sobretudo em áreas urbanas com alta impermeabilização do solo e descaracterização das bacias, nas proximidades de córregos e rios (ARMOND, 2014). Essas chuvas extremas são responsáveis por uma variedade de impactos sociais, incluindo enchentes que podem levar a danos, ferimentos e morte (SCHUMACHER; JOHNSON, 2006).

Esses eventos,

[...] sejam eles graduam ou bruscos, podem tornassem perigosos às sociedades, desde que estas não tenham meios para enfrentar adequadamente tais episódios, através das ações de gestão dos riscos de desastres, bem como em decorrência das condições socioeconômicas, político-institucionais e culturais frente à dinâmica natural reinante (OLÍMPIO, 2013, p. 18).

Tais eventos têm sido associados diretamente a significativos impactos sociais e econômicos, como também contribuem para o aumento de doenças transmitidas por vetores e pela água. O conhecimento sobre a recorrência de eventos extremos de chuva apresenta grande relevância para a sociedade e para a economia, uma vez que a precipitação diária extrema pode desencadear eventos perigosos, como inundações, erosão do solo e detritos, causando graves prejuízos à sociedade, tanto em termos econômicos quanto de saúde e segurança (LAKATOS, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2021; MSEMO *et al.* 2021).

A análise dos impactos no ambiente urbano pela precipitação é de grande importância para os estudos geográficos, devido ao fato de sobrepor os fatores climáticos e humanos, ao ponto de encontrar nessa relação, a compreensão de como o ambiente construído gera mudanças nas características dos impactos da chuva (MENDONÇA E AMORIM, 2010, n.p.).

Esses impactos são frequentemente divulgados em telejornais, rádio, jornais, jornais impressos, entre outros meios de comunicação, em virtude dos vários e vastos

prejuízos ambientais, humanos e econômicos que acarretam (MONTEIRO; ZANELLA, 2017). Comumente, os episódios extremos mais divulgados são aqueles relativos aos danos desencadeados por chuvas intensas, as quais apresentam um nível de precipitação maior que o habitual, geralmente ocorrendo durante 24 horas.

Por gerar riscos para a população exposta, desencadeando inseguranças que afetam principalmente os mais vulneráveis, combinados com altas taxas de urbanização e baixo investimento em desenvolvimento e manutenção de infraestrutura, os eventos extremos de chuva geram incertezas e a necessidade de uma nova reorganização socioespacial (CARDOSO *et al.* 2020).

3.3 AS CHEIAS URBANAS E A SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO

As cheias podem ser definidas como fenômenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, e que consistem no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos (CHOW, 1956 *apud* LEAL, 2019). Botelho e Silva (2011) salientam que as cheias, como parte da dinâmica fluvial, são controladas pelo volume e pela distribuição das águas das chuvas, pelo tipo e densidade da cobertura vegetal, pelas diferenciações na cobertura pedológica, substrato geológico, características do relevo, como declividade e forma das encostas, e geometria do canal fluvial.

As sociedades, ao longo do seu desenvolvimento, sempre procuraram ocupar as margens dos rios utilizando-os como transporte, obtenção de água para seu consumo e como local de descarte de seus dejetos. Devido à grande dificuldade de transporte, o rio era a principal via de acesso, desta forma esse também é um dos motivos para as cidades se desenvolverem nas margens dos rios (TUCCI, 1995; LOHMANN, 2011).

O processo de urbanização atingiu, no final do século XX e início do XXI, índices bastante elevados, resultando na maior concentração da população do planeta nas áreas urbanas. A urbanização acelerada associada à ausência de planejamento para subsidiar o processo de expansão das cidades, contribui para o agravamento de problemas socioambientais (MENDONÇA, 2004; LIMA; AMORIM, 2014). O crescimento descontrolado, alinhado com os efeitos das mudanças climáticas, induzem o aumento do volume escoado superficialmente, podendo causar problemas

com inundações, intensificadas pela baixa manutenção da rede de drenagem (FRANCO *et al.*, 2019).

Tal como nas cheias rápidas, as precipitações com elevada intensidade num curto espaço de tempo são também a causa predominante das denominadas inundações urbanas, correspondendo ao processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais, planície de inundação, várzea ou leito maior do rio (Figura 1) (BRASIL, 2007; LEAL, 2019). Nas últimas décadas, as inundações têm ocorrido com maior frequência e magnitude, em praticamente todas as regiões do Brasil (PESSÔA *et al.*, 2022).

Figura 1 - Demonstração da ocorrência de alagamentos, enchente e inundação



Fonte: IPT, 2007

Para Brasil (2007), as enchentes se caracterizam pela elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou da descarga (Figura 1). Tucci (1995) afirma que as enchentes urbanas se constituem num dos importantes impactos sobre a sociedade. O autor ressalta que as enchentes podem ser ampliadas pela urbanização e, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados.

Já os alagamentos se caracterizam como acúmulos momentâneos de águas em uma dada área, e são decorrentes da deficiência do sistema de drenagem. Vieira e Cunha (2013) apontam que a ampliação das áreas impermeabilizadas, ocasionada pelo crescimento urbano, ressoa na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o aumento do escoamento superficial, o que favorece a ocorrência desses fenômenos.

Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração e outros eventos climáticos. Os alagamentos são intensificados por alterações ambientais e por intervenções urbanas produzidas pelo homem (BRASIL, 2007, p. 89), o que vem ocasionando, nas últimas décadas, inúmeros problemas socioambientais nas cidades brasileiras, principalmente relacionados às inundações urbanas.

O processo de ocupação do espaço urbano, na maioria das vezes, pode estar associado a problemas ambientais pela intervenção humana sobre o sistema natural, entre os quais se sobressaem as construções, as pavimentações e a impermeabilização dos solos. As demandas por espaço urbanizado estimulam o desmatamento, a canalização e o tamponamento dos rios urbanos naturais (PESSÔA *et al.*, 2022; OLIVEIRA, *et al.* 2021).

Na verdade, esses fatores são decorrência, na maioria das cidades, da falta de planejamento da rede de esgoto sanitário e pluvial, da inexistência de restrições quanto à ocupação das áreas de risco quando da formulação dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano - PDDU e do gerenciamento inadequado da implantação das obras públicas e privadas no ambiente urbano. Deve-se salientar que mesmo quando o planejamento existe, a sua fiscalização é precária ou inexistente (MILOGRANA, 2001, p. 6).

Esses efeitos somados à urbanização de uma bacia tendem a agravar as cheias, tendo a chuva como o principal elemento deflagrador dos desastres relacionados a inundações e alagamentos. Porém, é necessário salientar que a ocupação inadequada de áreas sujeitas a alagamentos e a falta de gestão dessas áreas é o principal componente da vulnerabilidade da população frente a esses eventos, e decorrem de processos políticos, econômicos e culturais (LOHMANN, 2011; CARNEIRO E MIGUEZ, 2011)

O poder público precisa decidir onde e quanto investir para atender à comunidade, o que é reconhecidamente complicado devido a várias incertezas existentes, pois um investimento vultoso para contenção de um problema de drenagem urbana pode ser desnecessário ou ineficaz se não houver um planejamento adequado (GONÇALVES; TEIXEIRA, 2021, p. 80).

Além dos fatores físico-ambientais supracitados, nas áreas urbanas, os fatores antrópicos assumem um papel importante, uma vez que o sistema de drenagem pode estar ocupado de forma intensa e desordenada (BOTELHO; SILVA, 2011). A ocupação da cidade sem planejamento prejudica os moradores de lugares não

indicados para habitação, já que eles são comercialmente mais baratos e desinteressantes para a iniciativa privada, ou em outra situação, são de propriedade do poder público e acabam por ser ocupados. Logo, a utilização do uso do solo urbano não somente resulta em transformação no espaço, como também em problemas socioambientais amplamente vistos (MILOGRANA, 2001; SILVA, 2018).

A gestão dessas águas em áreas urbanas necessita de soluções integradas tanto na superfície quanto no subsolo, pois as medidas na superfície exigem o uso inevitável de áreas com múltiplos interesses e atores envolvidos. Assim, a identificação dos aspectos relevantes para o ambiente urbano nos dá a oportunidade de desenvolver pesquisas que auxiliem na tomada de decisões e na diminuição dos riscos e das vulnerabilidades (GONÇALVES; TEIXEIRA, 2021).

3.3.1 Suscetibilidade, riscos e vulnerabilidade: conceitos e aplicações

A suscetibilidade é a predisposição para ocorrência de um determinado fenômeno. Ela indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, podendo ser definida a partir das características naturais da área, ou ser somada a fatores de ocupação, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência (SANTOS, 2012; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013; SOMBRA; SILVA, 2018).

Sua avaliação é realizada pela análise de diversos fatores que condicionam a ocorrência de um fenômeno adverso (inundações, escorregamentos, secas etc.) devendo ser determinada para cada um dos eventos de forma isolada (BRESSANI; COSTA, 2015). Marth *et al.* (2016) salienta que esse evento pode ser qualificado como um fenômeno relacionado a perdas e danos à sociedade, como as inundações. Por essas questões, o Ministério das Cidades (2013) pondera que o mapeamento deste é muito importante para a elaboração de medidas de prevenção e de planejamento do uso e ocupação, por indicar a potencialidade de ocorrência desses processos em áreas de risco.

Definido como a percepção do perigo, da catástrofe possível, o risco existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o compreenda por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população que o perceba e possa sofrer os seus efeitos (VEYRET, 2007, p.11). Marandola Junior

e Hogan (2004) compreendem o risco como uma situação, que está no futuro, traz incerteza e insegurança. Zamparoni (2012) aborda o risco como um fato capaz de modificar o território em sua dinâmica e funcionalidade por um período mais ou menos longo e com uma abrangência espacial mais ou menos difusa. O conceito de risco está relacionado ao sentido de imprevisibilidade ou a probabilidade de algo acontecer. A constante associação ao conceito de perigo, torna o risco um elemento de imprevisibilidade relacionado à exposição ao dano, ao ruim, ao severo (GIRÃO *et al.*, 2018, p. 75).

Sobre a abordagem geográfica do conceito de risco, Mendonça (2011) contribui para a análise espacial da gestão de riscos nos territórios. Nesse sentido, os riscos podem ser datados e localizados no espaço. Considera-se que essa dimensão do tratamento dos riscos pode contribuir com a mitigação dos impactos relacionados, e deveria ser um elemento de interesse das comunidades, gestores e executores de políticas públicas.

Os riscos podem ser classificados em diversas categorias. Destacam-se três grupos de riscos: os naturais, os sociais e os tecnológicos (Quadro 1). Eles podem se sobrepor e gerar o que conhecemos hoje como riscos híbridos, tendo origem na associação de dois ou mais riscos específicos, intensificados pela imbricação de elementos e fatores diversos. Inundações, secas, tremores de terra, possuem origem natural e são intensificados pelos riscos sociais e tecnológicos, por exemplo (MENDONÇA; BUFFON, 2021).

Quadro 1 - Exemplo dos tipos de riscos abordados na literatura

1 - Riscos Naturais	2- Riscos Sociais	3 - Riscos Tecnológicos
		

Fonte: UOL e Nextews, elaborado pelo autor (2022).

Os riscos naturais, para Mendonça e Buffon (2021), estão atrelados, de modo geral, aos fenômenos da natureza (climáticos, geológicos, hídricos, etc., isolados ou combinados) se apresentando como ameaças e/ou perigos às pessoas expostas e se manifestam a partir de secas, inundações, movimento de massa, entre outros. Os

riscos sociais são resultantes das ações humanas como sociedade, proveniente das crises nos sistemas econômicos, sociais e políticos. Suas manifestações ocorrem a partir de miséria, pobreza, violências, etc. (CASTELHANO, 2020; MENDONÇA; BUFFON, 2021). Já os riscos tecnológicos têm princípio em processos derivados da industrialização e da tecnologia, e acontecem de maneiras muito variadas, podendo se expressar a partir da poluição, da transmissão de energia, dos transportes, etc., gerando problemas de ordem crônica ou acidental (MENDONÇA; BUFFON, 2021).

Enquanto risco se refere às condições fragilizadas da sociedade, a vulnerabilidade identifica a condição dos indivíduos nessa sociedade. O conceito de vulnerabilidade é procedente do campo dos direitos humanos. Relacionava-se aos grupos ou indivíduos fragilizados, e à proteção e/ou garantia de seus direitos de cidadania (JANCZURA, 2012; ESTEVES, 2011). Silva Júnior *et al.* (2019, p. 47) destacam que a vulnerabilidade “é a exposição de uma população ao risco, determinado por diversos fatores de características físicas, sociais, econômicas que colabora para a exposição”. O IPCC (2021) ressalta a vulnerabilidade como a propensão ou predisposição a ser afetada adversamente, englobando uma variedade de conceitos e elementos, incluindo a suscetibilidade a danos e falta de capacidade de lidar e se adaptar.

Considerando aspectos da noção de vulnerabilidade, é possível abordá-la em diversas escalas de forma individual e/ou coletiva, pois, ela coloca em jogo aspectos físicos, ambientais, técnicos, dados econômicos, psicológicos, sociais, políticos. Os fatores socioeconômicos, por sua vez, frequentemente aumentam a vulnerabilidade das populações ameaçadas (VEYRET, 2007, p. 40). Portanto, riscos a desastres naturais nada mais são que o resultado das ameaças dos eventos extremos, sejam eles de ordem geológica, geomorfológica ou hidrológica, somado ao grau de vulnerabilidade da população exposta. A exposição aos riscos, sobretudo de cunho ambiental, nas cidades, torna parcelas da população vulneráveis a eventos dessa natureza (SILVA JUNIOR, 2019; ESTEVES, 2011).

3.3.1.1 Técnicas de análise da suscetibilidade a inundação

Os mapas de inundação se configuram em um instrumento importante na prevenção, controle e gestão, pois, por meio deles, é possível definir as áreas susceptíveis e de risco a ocorrência desse fenômeno (HORA; GOMES, 2009). Tucci

(2005) aponta que a gestão do risco de inundação acontece a partir da adoção de medidas de controle da inundação, visando tornar o risco mínimo para as populações expostas, com principal intuito de diminuir os prejuízos causados. O autor continua ressaltando que as medidas de controle para redução desses riscos, de maneira geral, são obras de engenharia que podem ser classificadas em extensivas, atuando na bacia e modificando o sistema fluvial, e intensivas, sendo realizadas no rio, com objetivo de evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior.

Hora e Gomes (2009) demonstram também a importância, nesse processo, da regulamentação das áreas de inundação, definindo, com ajuda de visualização gráfica, as zonas de risco, destacando o processo de mapeamento, como supracitado, um instrumento essencial no controle e prevenção. Na literatura, destacam-se diferentes métodos e técnicas para mapeamento dessas áreas de risco à inundação. O Quadro 2 apresenta algumas dessas técnicas e os autores que as utilizaram.

Quadro 2 - Modelos abordados na literatura para mapeamento de risco a inundação

MODELOS	AUTORES	OBJETIVO
<i>MDEHC - Digital Elevation Model Hydrologically Consistent</i>	GUIMARÃES e PENHA (2009)	Foi proposto delimitar as áreas sujeitas à inundação, torna-se indispensável a realização de simulações da enchente sobreposta ao mapeamento cadastral da cidade, tendo como resultado mapas de risco de inundação, onde se possam fornecer dados para que o administrador público possa direcionar suas políticas de planejamento urbano.
ABORDAGEM PERCEPTIVA	CAVALCANTE e ALOUFA (2014)	O trabalho teve como objetivo analisar a percepção da população do Complexo Passo da Pátria sobre os riscos de inundações da localidade, identificando, entre outras, como causas e as responsabilidades atribuídas pelos entrevistados.
INVENTÁRIO	MENEZES, ROBAIANA e TRENTIN (2015)	Teve como objetivo apresentar um inventário das inundações ocorridas no período compreendido entre 1980 a 2013 em Santa Cruz do Sul, município localizado na porção centro-leste do estado do Rio Grande do Sul.
<i>HAND MODEL</i>	DANTAS e CANIL (2017)	Objetivou-se aplicar o modelo HAND (<i>Height Above the Nearest Drainage</i>) para a região da Bacia do Aricanduva, situada no município de São Paulo, SP, que é frequentemente atingida por inundações.
<i>RPA - Remotely Piloted Aircraft</i>	AGUIAR <i>et al.</i> (2018)	O objetivo do artigo foi modelar a inundação costeira com tendências à elevação do nível do mar em áreas baixas e planas sob influência de marés que oferecem riscos ao ambiente urbano, por meio de <i>Remotely Piloted Aircraft</i> (RPA) e Geodésia de precisão de baixo custo, adotando como estudo de caso a cidade de Areia Branca no estado do Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil).

<p><i>AHP - Analytic Hierarchy Process</i></p>	<p>CAMPIOLI e VIEIRA (2019)</p>	<p>A proposta do estudo foi analisar a suscetibilidade, a vulnerabilidade e o risco de inundação na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte, para subsidiar políticas públicas e atualizar o Plano de Contingência da Proteção de Defesa Civil de Joinville, a fim de possibilitar a execução de ações de prevenção em áreas de risco.</p>
--	---------------------------------	---

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Mapear áreas com suscetibilidade ou risco de inundações é importante para o gerenciamento de desastres em nível local, regional e nacional, bem como a adoção de metodologias para esse tipo de mapeamento de baixo custo e de fácil implementação (GOERL, 2012; ALVES, 2022). Na literatura, nota-se a utilização do modelo *Height Above the Nearest Drainage* (HAND) com maior frequência na realização desses mapeamentos. É importante destacar também que, com a variedade de técnicas existentes na literatura, os pesquisadores adotem a mais adequada para área de pesquisa, que correspondam principalmente à realidade da área de estudo escolhida.

O modelo HAND, descritor de terreno que insere na compreensão da paisagem uma abordagem que relaciona hidrologia e geomorfologia, por meio da normalização de dados topográficos, foi proposto por pesquisadores do INPE e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, disponível no software livre Terra Hidro. Este tem como única entrada o Modelo Digital de Terreno (MDT), ofertando como saída um novo MDT normalizado com a classificação distribuída da área por suas distâncias relativas à drenagem tomando por base, para classificação, a distância mais próxima aos cursos d'água (RENNÓ *et al.*, 2008; NOBRE *et al.*, 2011; MOMO *et al.* 2016; SOUZA, 2021).

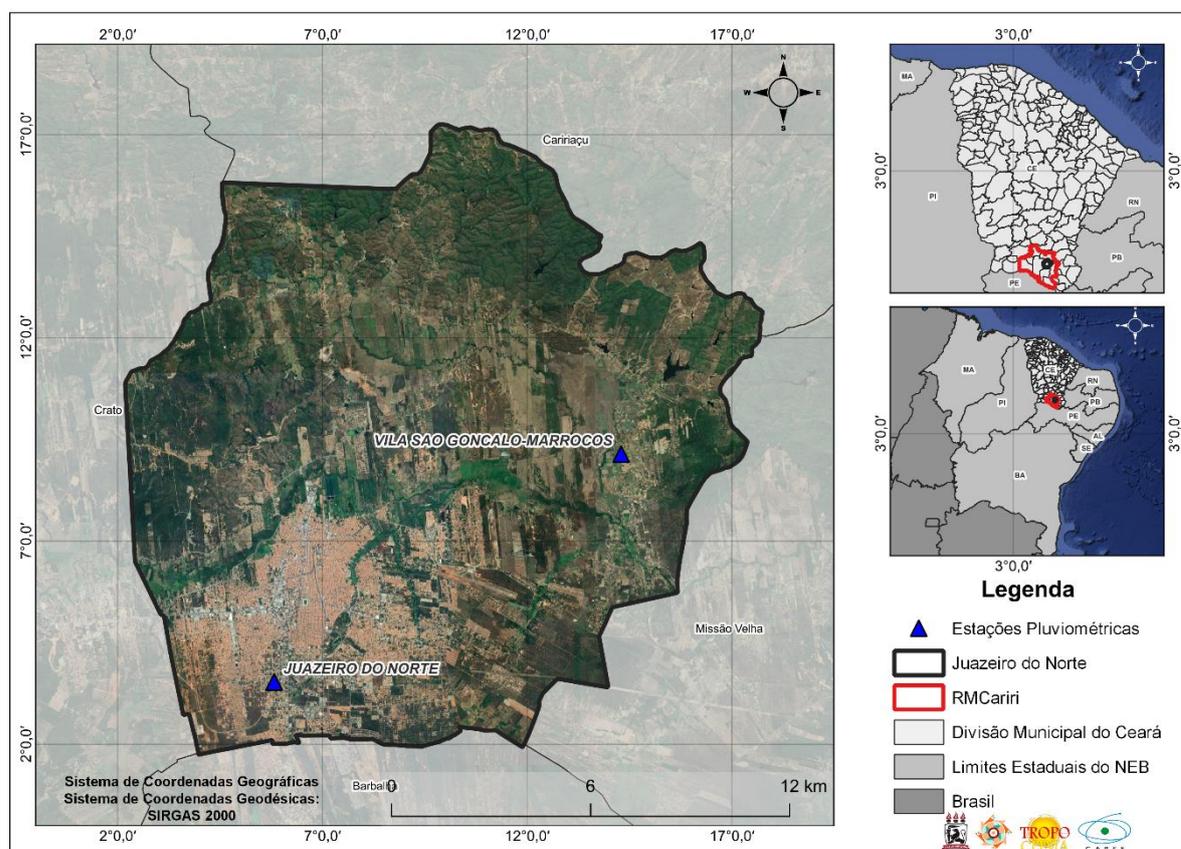
Pondera-se também sobre a possibilidade que esse modelo tem de gerar simulações de cotas de inundações utilizando dados topográficos em formato matricial, como MDE, resultando no mapeamento das áreas mais suscetíveis à inundação, fundamentando-se na distância vertical à drenagem mais próxima. Ou seja, quanto mais próximo o nível relativo do ponto em relação à rede de drenagem, maior será a suscetibilidade deste (MENGUE *et al.*, 2016; MONGE, 2018).

4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, HISTÓRICOS E FÍSICO-AMBIENTAIS DE JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ

4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O município de Juazeiro do Norte está localizado no sul do estado do Ceará. É um dos nove municípios que compõem a Região Metropolitana do Cariri – RMCariri¹ (Figura 2), e está a aproximadamente 800km da capital Fortaleza. No último censo do IBGE, constava com a população de 249.939 para o ano de 2010. Para o ano de 2022, a mesma está estimada em 278.264 habitantes. Esta é considerada a terceira cidade no estado com a maior densidade demográfica, ficando atrás apenas da capital Fortaleza e da cidade de Caucaia, concentrando 3,01% da população de todo o estado (IPECE, 2021). Vale destacar que a cidade é a segunda maior do interior cearense.

Figura 2 - Localização da área de estudo



¹ Sigla atribuída por Queiroz (2013) para diferenciar a Região Metropolitana do Cariri da Região Metropolitana de Campinas e de Curitiba.

Fonte: IBGE, 2021. Elaborado pelo autor (2022).

Sobre a economia, é válido mencionar os dados levantados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais do Ceará – IPECE, em 2021, que destacou Juazeiro do Norte como o quarto município com maior contribuição no Produto Interno Bruto – PIB – do Estado, com participação de 2,98%, ficando atrás apenas dos municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia. Juazeiro do Norte é conhecido nacional e internacionalmente pelo turismo religioso, recebendo romeiros de todo o país durante todo o ano, possuindo estrutura econômica diversificada com setor industrial, comercial e de serviços (TEIXEIRA; COSTA NETTO, 2018; IBGE, 2018).

4.2 DO NÚCLEO RURAL DE “JOASEIRO” Á CIDADE: REGISTRO DA FORMAÇÃO HISTÓRICA DE JUAZEIRO DO NORTE – CE

Juazeiro do Norte, como conhecido atualmente, está localizado no vale do Cariri, nome dado à região devido aos indígenas Kariris² que aqui habitavam, antes da chegada dos colonizadores, e seus aspectos naturais³, tendo suas origens datadas no início do século XIX. Segundo Farias Filho (2007), o Cariri foi colonizado por baianos aventureiros em função da grande expansão da pecuária no Nordeste Brasileiro - NEB, tornando-se uma área de atuação da capitania de Pernambuco, estando ligada aos “Sertões de Fora”. Sua primeira sesmaria data da transição do século XVII para o XVIII.

A partir do seu desenvolvimento, o Cariri, no qual Juazeiro está inserido, obtinha relações mais intensas com Recife, capital de Pernambuco, do que com a própria capital, Fortaleza. Pereira (2014) pontua que a influência econômica e política do Recife instituiu que o povoado partilhasse de ideologias e aspirações nacionalistas e separatistas, fazendo com que permanecesse relativamente isolado, sem grandes progressos materiais, com exceção da cidade do Crato, que era o núcleo urbano por excelência da região.

² Os Kariris constituíam um grupo do mais alto nível tecnológico dentre os demais grupos do Nordeste Brasileiro - NEB (FARIAS FILHO, 2007).

³ O vale do cariri cearense é marcado por elementos que o caracterizam desde os tempos pretéritos. Pertinente à natureza, fora associado a um “oásis” em meio ao sertão, por dispor de uma diversidade paisagística relevante, descrita em distintos relatos, onde repetidamente destacam-se as “terras férteis, as fontes perenes e aquíferos abundantes”, influenciados, sobretudo pela estrutura da Bacia Sedimentar do Araripe e da própria Chapada do Araripe (ESTEVÃO, 2016, p. 72-73).

A povoação de Juazeiro do Norte, que ainda estava subordinado a Crato, vai se estabelecer de forma efetiva por volta de 1827, tendo comerciantes vindos de Icó como seus principais povoadores, carregando como figura central o padre Pedro Ribeiro, o qual adquiriu grandes propriedades de terra devido a influência de sua família. Em uma dessas localidades, conhecida como Tabuleiro Grande, localizado na estrada real que ligava Crato a Missão Velha, à margem direita do rio Salgadinho, o padre construiu um engenho, aviamento, senzala e uma capela dedicada à Nossa Senhora das Dores, hoje padroeira do município, a quem o padre doou as suas terras e onze escravos. Essa capela foi erguida em frente a um frondoso juazeiro. Esta é a origem do nome Juazeiro do Norte⁴ (PEREIRA, 2014, p. 80-81; IBGE, S/A).

Pereira (2014, p. 50) salienta a existência de controvérsias a respeito da origem da cidade e do sítio onde Juazeiro surgiu, destacando que o nome mais lembrado na grande maioria dos autores e memorialistas que estudaram a questão é a Fazenda Tabuleiro Grande, tendo Oliveira (1969) como principal representante dessa perspectiva. O autor ressalta ainda que outros pesquisadores passaram a questionar essa interpretação, pois, de acordo com eles, a formação da cidade ocorreu em uma área mais próxima ao rio Salgadinho, ao redor da Capela fundada por padre Pedro Ribeiro.

A formação desses povoados, vilas e cidades, difundidas pela origem cristã-católica advinda dos colonizadores, tem um papel ímpar na produção espacial desses lugares, pois, nesse ambiente, e no Brasil como um todo, o catolicismo ortodoxo vinha se decompondo, o que facilitou o aparecimento de misticismos e práticas litúrgicas e credences populares, próprias dos pobres, que viria a influenciar o surgimento de Juazeiro (OLIVEIRA, 2014; DELLA CAVA, 2014).

Em 30 de setembro de 1858, houve a criação de um distrito denominado de núcleo de Joazeiro, pela lei municipal nº 49, subordinado administrativamente ao município de Crato. Oliveira (2014, p. 84) pontua que o povoamento seguiu um lento processo de desenvolvimento até o ano de 1872, marcado pela chegada do Padre Cícero, tendo o então padre como um dos principais agentes simbólicos do rápido crescimento da localidade, permanecendo como tal até os dias atuais. Nesse período, Della Cava (2014, p. 36) ressalta que o local

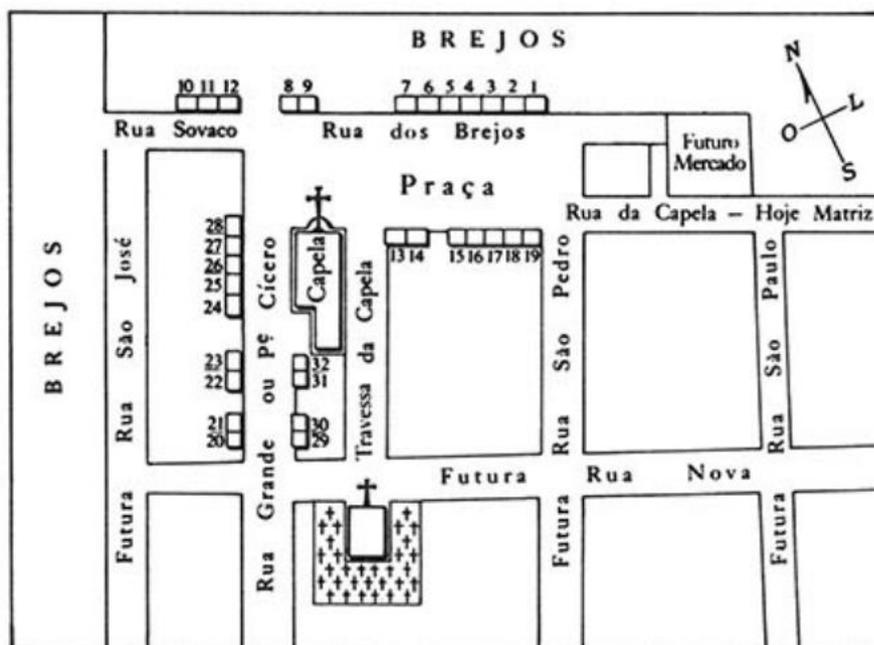
[...] conservava os traços essenciais de uma fazenda de cana-de-açúcar; sua população totalizava em torno de 2 mil habitantes. Cinco famílias — os

⁴ Juazeiro é palavra tupi-portuguesa: jua ou iu-à e "fruto de espinho"

Gonçalves, Macedo, Sobreira, Landim e Bezerra de Menezes — eram as que lá se encontravam como proprietários importantes. O restante da população consistia em trabalhadores ligados às fazendas de açúcar dessas famílias. Muitos deles descendiam dos escravos de padre Pedro, ou eram mestiços e brancos sem recursos que tinham vindo trabalhar nos pequenos e desprezíveis engenhos de açúcar das redondezas. O povoado ostentava uma capela, uma escola e 32 prédios com tetos de palha. Havia apenas duas ruas. A rua Grande, mais tarde rua Padre Cícero, estendia-se, paralelamente, ao longo da capela e encontrava-se em perpendicular com a rua dos Brejos. Do ponto de vista comercial, o povoado pouco oferecia a seus habitantes. Vez por outra, mercadores paravam em Joaseiro, de passagem para o Crato, vindos de Missão Velha. Em tais ocasiões, a empoeirada praça, defronte à capela, transformava-se em feira, na qual se trocava café por alguns produtos locais. Não havia economia de mercado propriamente dita. Os elementos mais pobres da comunidade viviam à margem da economia de troca e começavam a dar sinais de descontentamento na época em que chegou padre Cícero. Aqueles que tinham convidado o padre acreditavam piamente que sua presença iria fazer muito pelo progresso e pela tranquilidade das redondezas.

Importante destacar que não era de vontade do padre assumir o cargo no povoado, pois, pretendia lecionar na capital, mudando de ideia após um sonho que teve em que Cristo lhe ordenava “E você, padre Cícero, tome conta deles”. Para materializar o que foi descrito, Della Cava (2014) utiliza a representação criada a pedido de Octávio Aires de Menezes em 1965 (Figura 3).

Figura 3 - Núcleo de formação de Juazeiro do Norte em 1875



Fonte: Della Cava (2014)

Estevão (2016, p. 75) conclui que “apesar das características rudimentares do lugarejo apresentada pelas imediações do ano de 1875, esta conquistou autonomia antes de sua emancipação política do município hoje vizinho, Crato”. Vale destacar que essa conquista, inicialmente, não teve relação com sua emancipação para se

tornar município. Tal fato, foi associado ao “milagre da hóstia”⁵, em 1889, que, devido ao contexto religioso do período, se espalhou rapidamente e concomitante às grandes secas do NEB, fazendo com que os sertanejos migrassem para a cidade, tanto para se refugiarem da seca, devido a cidade estar inserida no que era e é chamado oásis do sertão, como também pelos acontecimentos religiosos da época. Della Cava (2014) foca que, entre 1890 e 1898, a população da cidade mais que duplicou, ultrapassando 5 mil habitantes; em 1905, subiu para 12 mil; em 1909, chegou a 15 mil (DELLA CAVA, 2014).

Com a expansão e a chegada de imigrantes tanto de municípios vizinhos como do NEB como um todo, Juazeiro deixa de ser um modesto lugarejo, e, em um intervalo pequeno, adquire autonomia política, força econômica e, principalmente, uma condição urbana significativa. É com base nestes elementos que o cenário religioso de Juazeiro também dá lugar ao cenário político e econômico que o povoado passa a desempenhar (QUEIROZ, 2013). Então, em 1907, ocorre a primeira reunião com intuito de luta pela emancipação, estando como o marco zero dessa luta. Porém, o movimento fracassou, tendo um dos motivos a não adesão do Padre Cícero ao movimento.

Com os acontecimentos do “milagre”, a diocese de Fortaleza afastou o Padre de suas atividades ligadas à igreja, acusando principalmente da promoção de fanatismo religioso, fato que justifica a sua não adesão ao movimento de emancipação no primeiro momento. Entre os anos de 1908 e 1910, Oliveira (2014) ressalta que o movimento volta a acender e, gradativamente, o pedido de emancipação passa a ser formulado, desta vez com apoio do Padre que, “vislumbrou na autonomia de Juazeiro, a possibilidade de sua reabilitação”, pois se o bispado fosse sediado no que viria a ser o município de Juazeiro, haveria a possibilidade de apagar a imagem de que o lugar era local de fanatismo.

O mesmo buscou apoio o então governador do estado do Ceará, Accioly, para intervir no processo, porém este não quis tomar partido devido a sua amizade com o prefeito de Crato, que lhe garantiria muitos votos na reeleição. Então, a luta veio a se

⁵ No dia 1º de março de 1889, Maria de Araújo era uma das várias devotas que se encontravam na capela de Joazeiro para assistir à missa e acompanhar os rituais que se celebravam, todas as sextas-feiras do mês, em honra do Sagrado Coração de Jesus. Foi uma das primeiras a receber a comunhão. De repente, caiu por terra e a imaculada hóstia branca que acabara de receber, tingiu-se de sangue. O fato extraordinário repetiu-se todas as quartas e sextas-feiras da Quaresma, durante dois meses; do domingo da Paixão até o dia de festa da Ascensão do Senhor, por 47 dias, voltou a ocorrer todos os dias (DELLA CAVA, 2014).

acentuar no ano de 1910, quando os municípios de Barbalha e Missão Velha, limítrofes de Juazeiro, cedem parte de seu território, com objetivo de consolidar a emancipação da localidade, que vem se efetivar depois de muitas lutas em 1911 (OLIVEIRA, 2014; DELLA CAVA, 2014).

Foi, então, elevado à categoria de vila, com a denominação de Juazeiro, pela Lei Estadual n.º 1.028, de 02 de julho de 1911, desmembrado Crato. Constituído do distrito sede, instalado em 04 de outubro de 1911, pela Lei Municipal n.º 51, de 12 de novembro de 1911, é criado o distrito de Horto e anexado à vila de Juazeiro. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, a vila de Juazeiro é constituída de 2 distritos: Juazeiro e Horto. Em seguida, foi elevado à condição de cidade com a denominação de Juazeiro, pela Lei Estadual n.º 1.178, de 23 julho 1914 (IBGE, S/A), tendo o Padre Cícero como o primeiro prefeito do município. Em 30 de dezembro de 1943, por meio do Decreto Estadual Nº 1.114, o município de Juazeiro passou a denominar-se Juazeiro do Norte.

Desde então, o município vem se desenvolvendo, como mencionado no tópico anterior, se tornando uma das principais economias do interior cearense e o município mais desenvolvido da RMCariri. Elliott (2014) ressalta que a ação evangelizadora do Padre Cícero, que unia trabalho e fé, espalhou uma ideia de prosperidade, importante para o desenvolvimento não só de Juazeiro do Norte, mas da região como um todo, não só em termos religiosos, mas também políticos, econômicos, culturais e sociais. Atraiu investimentos do setor público e privado, que contribuíram para o aumento do comércio, da indústria, do setor imobiliário e da rede de serviços locais até hoje, assim como projetos de desenvolvimento econômico, regional e de habitação.

4.3 ASPECTOS FÍSICOS-AMBIENTAIS DE JUAZEIRO DO NORTE

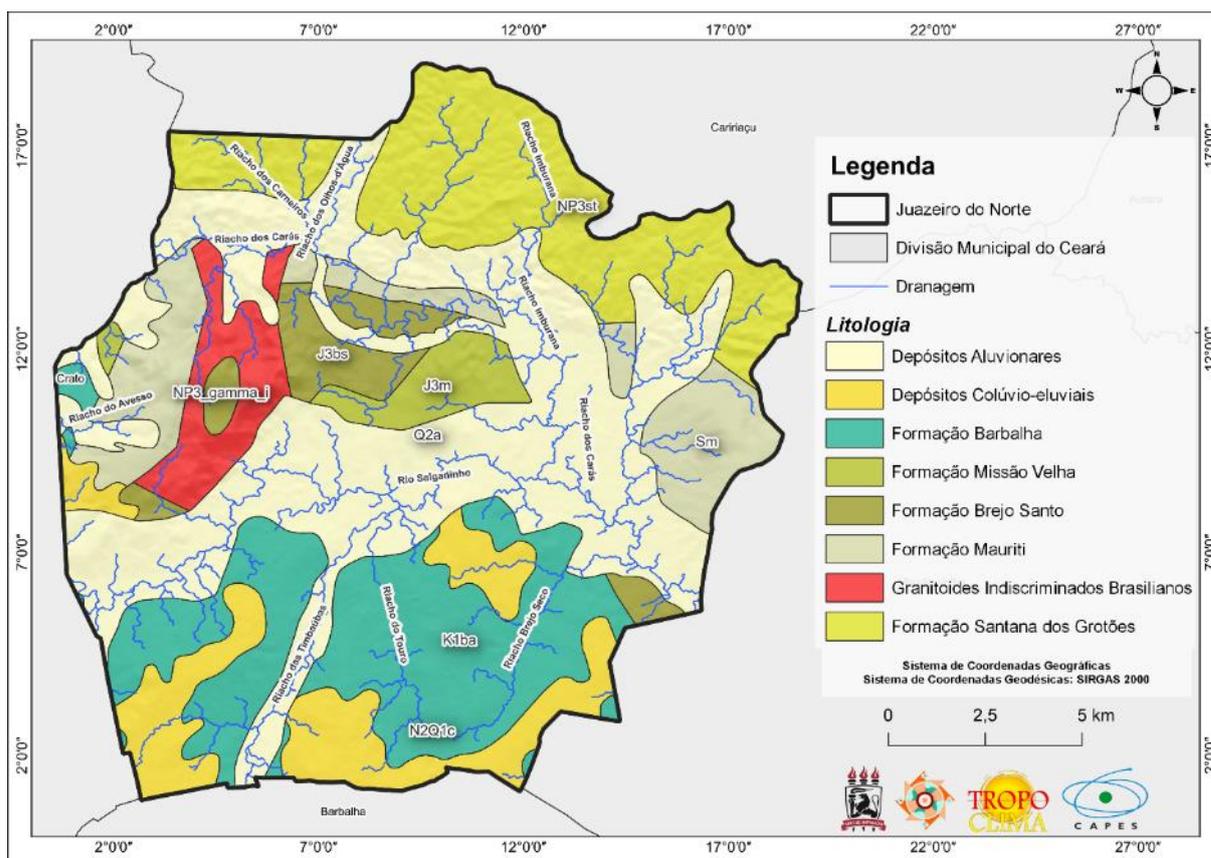
4.3.1 *Geologia e Unidades Geomorfológicas*

O município de Juazeiro do Norte está inserido na Bacia Sedimentar do Araripe, a qual apresenta evolução tectono-sedimentar mais complexa, por se tratar de uma bacia poli-histórica, constituída pela superposição de diversas sequências estratigráficas, limitadas por discordâncias, que representam o registro sedimentar de quatro bacias geneticamente distintas, situando-se sobre terrenos pré-cambrianos da

zona transversal da Borborema, e ao sul do lineamento de Patos (CHAGAS, 2006; ANSINE, 2007).

Ansine (2007, p. 371) ressalta que “a Bacia do Araripe se destaca na geomorfologia da região Nordeste do Brasil pela existência da Chapada do Araripe, uma feição geomorfológica alongada na direção E-W”. O autor pontua que a Bacia se estende para além dos limites atuais da chapada, ocupando a depressão do Vale do Cariri, onde afloram unidades das sequências paleozóica, pré-rifte e rifte. Esta, como afirma Chagas (2006), influencia sobremaneira no clima da região, não só por constituir uma barreira orográfica, mas sobretudo porque os arenitos presentes na sua porção superior constituem um reservatório de água que abastece fontes perenes e riachos existentes em suas bordas. A partir da Figura 4, podemos observar melhor como se apresenta a litologia do município de Juazeiro do Norte.

Figura 4 - Litologia de Juazeiro do Norte - CE



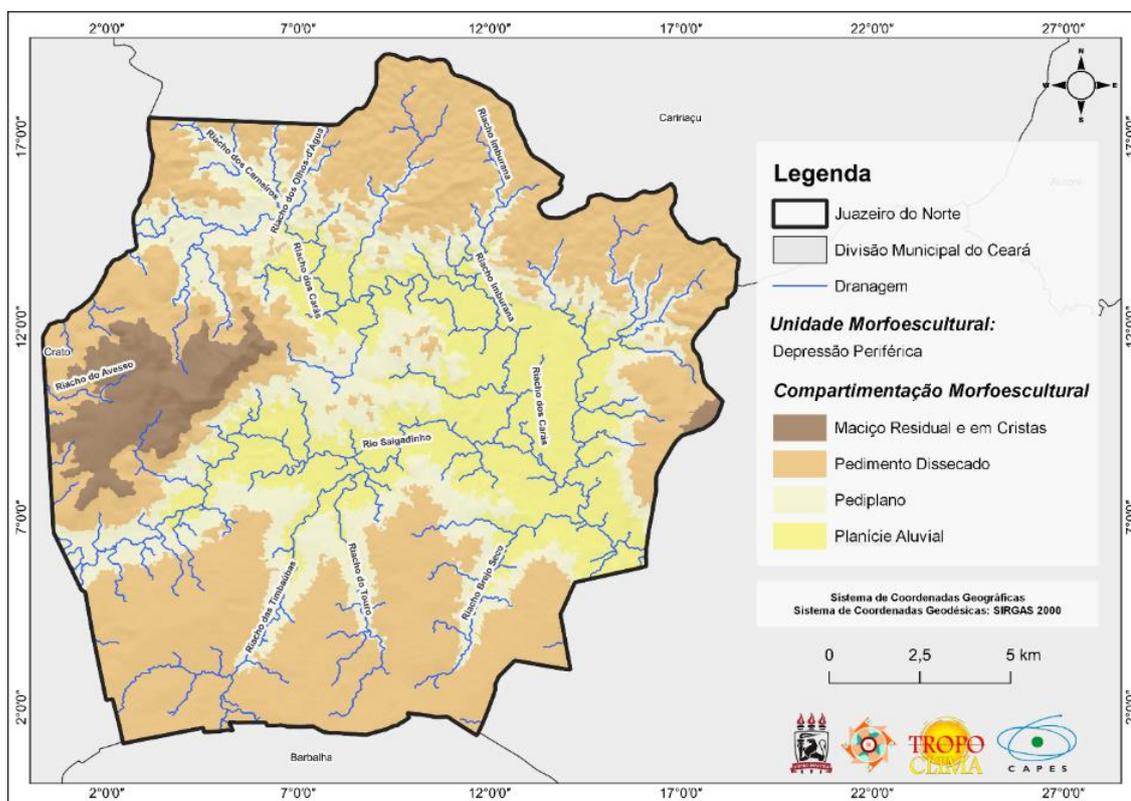
Fonte: CPRM (2020), elaborado pelo autor (2021).

A sequência Paleozóica é composta pela Formação Cariri, apresentando arenitos imaturos, de granulação média a muito grossa, com grãos angulares a subangulares, interpretados como fácies de sistemas fluviais entrelaçados. A Pré-rifte

é composta pela Formação Brejo Santo, possuindo folhelhos e lamitos vermelhos. A Formação Missão Velha, composta por arenitos quartzosos, por vezes feldspáticos e/ou caolínicos, localmente conglomerado. E, por fim, a sequência Rifte compreendendo a Formação Abaiara, evidenciando folhelhos sílticos e siltitos vermelhos (ANSINE, 2007). Lima e Ribeiro (2012), e Palácio (2020), ressaltam a presença de depósitos aluvionares ao longo das drenagens do rio Salgadinho e riacho das Timbaúbas, que favorecem a formação de Neossolos Flúvicos presentes na área de estudo. Na Colina do Horto, percebe-se a presença de rochas granitóides do pré-cambriano formadas principalmente por quartzo, mica e feldspato.

Com relação à geomorfologia, o município foi submetido às condições de morfogênese mecânica, responsável pelo aplainamento do NEB, destacando-se no município uma vasta área aplainada, classificada como depressão periférica, com um sobressalto topográfico que é a Colina do Horto. A partir da Figura 5, é possível identificar a dinâmica nas formas de relevo da área de estudo.

Figura 5 - Unidades geomorfológicas de Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Adaptado de Sousa *et al.*, (2018), elaborado pelo autor (2021).

Como exemplifica o mapa, as unidades classificadas para o município, levando em conta todo seu entorno, foram maciços residuais e em crista (Colina do Horto),

pedimento dissecado, pediplano e planície. Sousa *et al.* (2018) pontuam que a unidade da Colina é um relevo residual cujo material litológico é composto por rochas cristalinas do Pré-cambriano, datadas em cerca de 650 milhões de anos, ressaltando que fatores como a declividade, tornam a área um ambiente onde predominam os processos morfogênicos como a dissecação de suas vertentes.

Outra unidade identificada foi o pedimento dissecado. Para Carvalho-Neta *et al.* (2016), este ocorre entre as cotas 360 a 400m, formando áreas modernamente planas, cuja declividade não ultrapassa os 7°, sendo superfícies que balizam os níveis mais elevados e os vales, funcionando como áreas de transporte de material para a rede de drenagem.

No setor mais rebaixado da encosta, adentrando a unidade do pediplano, devido a diminuição da declividade, os processos pedogenéticos atuam de maneira mais notável, em relação aos morfogenéticos, tornando a área um ambiente agricultável (SOUSA *et al.*, 2018). A unidade planície aluvial corresponde a deposição fluvial muito extensa, em resposta à grande produção de sedimentos oriundos das encostas pelos movimentos de massa, escoamento superficial e pela ação dos próprios rios, uma vez que estes apresentam considerável potencial de descarga, sobretudo no período chuvoso (CARVALHO-NETA *et al.*, 2018). Esta unidade se encontra em cotas altimétricas entre 460 a 350m.

Lima e Ribeiro (2012, p. 525) concluíram que “as chuvas elevam o nível e a intensidade do fluxo fluvial que carrega o material depositado na base do relevo, atuando diretamente na denudação das vertentes e na instabilidade da base e posterior movimento gravitacional associado à erosão hídrica”.

4.3.2 Hidrografia e Clima

O município de Juazeiro do Norte está totalmente inserido na sub-Bacia do rio Salgado, sul do Estado do Ceará, a qual integra a Bacia do rio Jaguaribe com área de drenagem de 12.865km², que corresponde a 8,25% do território cearense. Tem como rio principal o Salgado, com um curso de 308km, dos quais 270km perenizados (CEARÁ, 2019) como demonstra a figura abaixo.

mais próximas a estas áreas muitas vezes têm a sua estrutura condenada tanto pela erosão, quanto pelos episódios de alagamento e inundação ocorridos.

Com relação as questões climáticas, o município de Juazeiro do Norte – CE, segundo o IPECE (2017), possui clima tropical quente semiárido brando, com a média de chuva correspondendo a 970,7mm anuais, e temperatura que varia entre 24° a 27°C. Zanella (2007) salienta que devido a cidade estar estabelecida na esfera do semiárido, possui uma pluviosidade marcada por um período chuvoso breve e irregular e um extenso período seco.

Os municípios da RMCariri, sobretudo o Crajubar, apresentam maiores índices pluviométricos do que o seu entorno, tendo em vista que o Planalto Sedimentar do Araripe, com aproximadamente 900m de altitude tem função de barreira topográfica, o que torna uma área de exceção no contexto do semiárido, favorecendo, assim, maiores índices pluviométricos. Vale destacar também que o município de Juazeiro, apresenta uma alta taxa de urbanização, favorecendo a formação de núcleos de ilhas de calor, associado às baixas altitude do município que se apresenta uma altitude de 377m (FUNCEME, 2006; ESTEVÃO *et al.*, 2020).

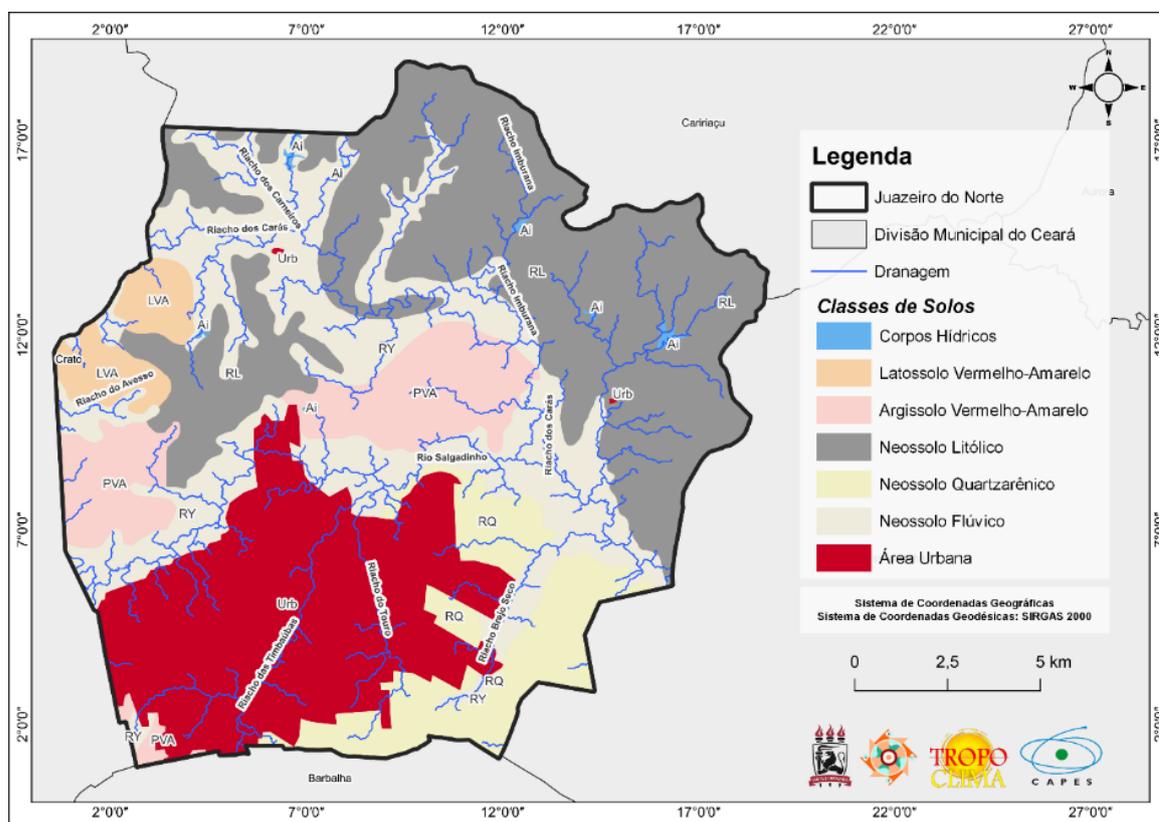
Ressalta-se que os principais sistemas atmosféricos causadores de chuva na região são a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT –, com atuação de fevereiro a maio, que de acordo com Melo *et al.* (2009, p.25) “é considerado o sistema mais importante gerador de precipitação sobre a região equatorial dos oceanos Atlântico, Pacífico, Índico, e áreas continentais adjacentes” e o principal sistema que desencadeia a ocorrência de eventos extremos na área de estudo. Outro influenciador é o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN –, atuando de dezembro a fevereiro, definidos como “sistemas meteorológicos caracterizados por centros de pressão relativamente baixa que se originam na alta troposfera se estendendo até os níveis médios, desprendendo da instabilidade atmosférica” (FERREIRA *et al.* 2009, p. 43).

Monteiro e Zanella (2017) observaram a atuação do Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM – em alguns episódios na série histórica analisada. De acordo com Dias *et al.* (2009), o CCM tem como característica marcante a sua organização em diversas escalas espaciais, sendo possível observar desde células isoladas, de poucas centenas de metros, até grandes aglomerados convectivos, de milhares de quilômetros. Observa-se também a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS –, tendo como característica marcante, sua rica variabilidade em diferentes escalas de tempo, como afirma Carvalho e Jones (2009).

4.3.3 Classes de Solos e o Uso e Ocupação da terra

De acordo com a Funceme (2006), as classes de solos para a microrregião sul do Ceará, a qual Juazeiro do Norte está inserida, tem uma tipologia diversificada e expressiva variação espacial, onde grande parte dessas áreas se inserem nos domínios de clima semiárido. Salienta-se que, nesse meio, de extensos rebaixados de relevo, como no caso da superfície sertaneja, há quase sempre a ocorrência de solos de pedogênese mais recente (FUNCEME, 2006). Na Figura 7, podemos observar como essas classes se distribuem na área de estudo.

Figura 7 - Classes de solos de Juazeiro do Norte - CE



Fonte: FUNCEME, 2012. Elaborado pelo autor (2021).

A partir do mapa, podemos observar a predominância de duas classes, o Neossolo Flúvico, que se trata de solos pouco desenvolvidos e de moderada profundidade ou muito profundo, derivados de sedimentos aluviais não consolidados. Raramente, observa-se a formação de um B incipiente, podendo ainda ser eutróficos e distróficos, dependendo das características do material depositado (FUNCEME,

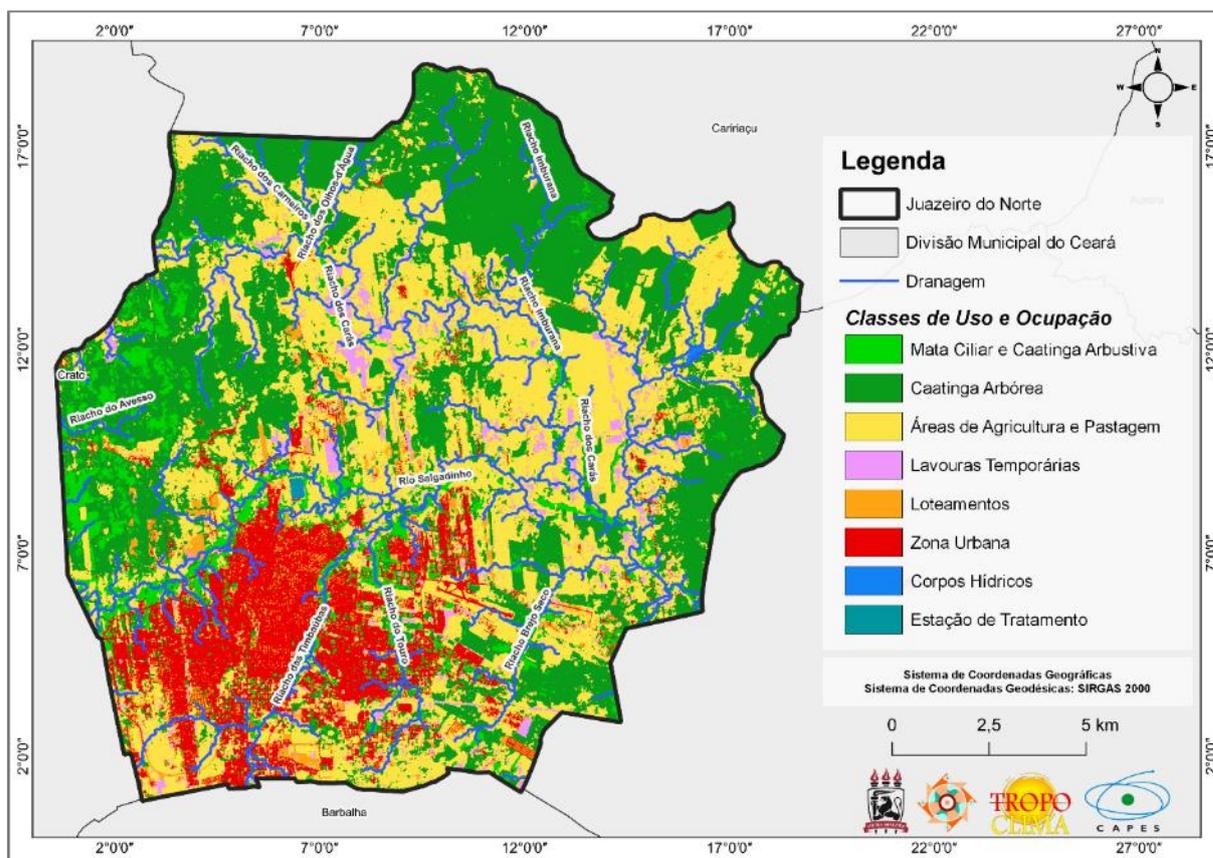
2006; LIMA, 2014). São conhecidos por estarem localizados em planícies aluvionares, apresentando risco de inundações em períodos chuvosos.

A outra classe que predomina é o Neossolo Litólico, o qual é caracterizado por solos que sofreram fraca evolução pedológica, apresentam perfis pouco desenvolvidos e rasos, sendo caracterizados por apresentarem horizonte A diretamente sobre a rocha ou sobre a camada de alteração desta. Lima (2014) evidencia que esse tipo de solo está distribuído sobre os setores com declividade acentuada a fortemente acentuada, proporcionando grande potencial para o escoamento superficial (FUNCEME, 2006).

É notável também a presença de outras classes de solos, como os Neossolos Quartzarênicos, os quais possuem variável suscetibilidade à erosão, em função da declividade, sendo baixa em planícies e alta em colinas e morrotes (SARTORI, 2005). Encontram-se, também, os Argissolos Vermelho-Amarelos, conhecidos por suas principais restrições à fertilidade, em alguns casos, e suscetibilidade à erosão (PALÁCIO, 2020). Além deles, há os Latossolos Vermelho-Amarelos, caracterizados por serem solos mais profundos e que foram submetidos a uma pedogênese mais antiga (FUNCEME, 2006).

Sobre a vegetação e o uso, e ocupação da terra, podemos observar na Figura 8, a presença da Caatinga, com vegetação de Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea), que cobre o terreno e torna mais evidente a paisagem típica dos sertões nordestinos, assim como a presença da Mata Ciliar, que se desenvolve ao longo dos médios e baixos cursos fluviais, relacionadas com áreas de inundação sazonal (FUNCEME, 2006). Observa-se também a ocorrência da Mata Seca, Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial. Funceme (2006) aponta que esta ocupa superfícies de serras secas, vertentes subúmidas de serras e rebordos de chapadas, tendo sua ocorrência relacionada a fatores como solos relativamente profundos e férteis, maior umidade atmosférica decorrente de altimetrias mais elevadas.

Figura 8 - Uso e ocupação de Juazeiro do Norte - CE



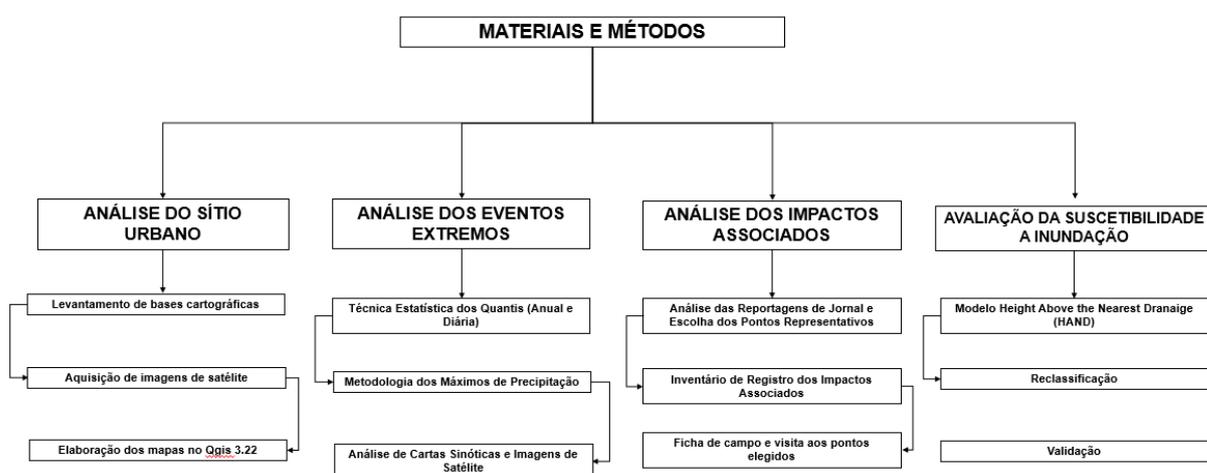
Fonte: WordCover (2020), elaborado pelo autor (2021).

Com relação aos tipos de uso do município, podemos observar três classes definidas: a zona urbana, caracterizada pela predominância de comércios, sejam eles centrais ou nos bairros; indústrias, estando localizadas principalmente no distrito industrial do município; como também os demais tipos de serviços a exemplo as escolas, universidade, o hospital e equipamentos e áreas de lazer público e privado. Identificou-se também que, na área de solo exposto, o referido setor está relacionado às atividades de agropecuária e agroextrativismo. Observa-se também área de loteamento no município, estando associada principalmente aos bairros em expansão, como Cidade Universitária, Planalto, Jardim Gonzaga e Crajubar.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa são apresentados em quatro etapas. A primeira consiste na caracterização da área de estudo. A segunda corresponde à aquisição, ao tratamento dos dados pluviométricos e à análise dos eventos extremos. A terceira, na inventariação dos impactos associados às chuvas. A quarta etapa destaca o mapeamento de áreas susceptíveis à inundação no município de Juazeiro do Norte.

Fluxograma 1 – Organização dos materiais e métodos da dissertação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5.1 ANÁLISE DO SÍTIO URBANO E PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE 1:250.000

A análise do sítio urbano é de suma importância para o diagnóstico dos impactos hidrometeorológicos, pois possibilita a identificação das áreas de maior vulnerabilidade a esses fenômenos. Gonçalves (2015) salienta que variáveis como topografia, morfologia, declividade, drenagem natural, uso do solo e infraestrutura urbana, devem ser consideradas, pois permitem uma integração ecológico-urbana, correspondendo à fase transformação-produção no Sistema Clima Urbano – S.C.U. Fialho (2013, p. 83) ressalta a importância de melhor compreensão do ambiente climático, destacando a necessidade de explicitar as relações existentes entre o sítio e os diversos fatores geográficos inseridos na paisagem, expressos por meio da cobertura vegetal, do uso da terra, da posição geográfica e da variação altimétrica.

Pensando no que o autor propõe para compreensão do ambiente climático, para a área de pesquisa, produziu-se mapas temáticos no *software* QGis versão 3.22. Com o intuito de visualizar a altitude e a declividade da área de estudo, foram utilizadas imagens *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM do satélite ALOS - *Advanced Land Observing Satellite*, resolução de 12,5 metros, disponível no site do *United States Geological Survey* – USGS. Esses mapas auxiliam na interpretação de áreas susceptíveis à inundação e a enchentes, bem como auxiliarão no desenvolvimento do mapa geomorfológico para área de estudo, utilizando os procedimentos técnicos do IBGE (2009), e a classificação adaptada dos trabalhos de Carvalho-Neta (2016) e Gomes *et al.* (2018).

Além do levantamento das informações geomorfológicas da área em estudo, outros dados foram obtidos, como drenagem, a partir da ferramenta Grass no Qgis 3.22, que servirão para gerar a antiga e a atual drenagem do município; solos, que terão por base o levantamento de solos produzido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2012), e uso e ocupação do solo, elaborado com dados da *ESA WorldCover* para 2020 e 2021, com resolução de 10m, desenvolvidos e validados com base nos dados Sentinel-1 e Sentinel-2.

5.2 OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS A PARTIR DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

Os dados pluviométricos foram adquiridos a partir do banco de dados da FUNCEME, compreendendo a série histórica de 1991 a 2021, da estação Juazeiro do Norte. Apesar do município possuir outra estação pluviométrica, Vila São Gonçalo-Marrocos, a mesma apresenta mais de 10 anos com falhas. Por este motivo, optou-se por trabalhar apenas com a estação da zona urbana do município.

Esses dados foram tabulados e interpretados utilizando a técnica estatística dos quantis na definição de anos secos e chuvosos. Esta técnica também será utilizada para definição de um limiar diário de chuva para o município, acrescido da aplicação da metodologia dos máximos de precipitação. Para os dados mensais, será utilizada a estatística descritiva a partir do plugin *XSTATIC* do Excel.

5.2.1 Técnica estatística dos quantis

A Técnica Estatística dos Quantis representa uma análise estatística para compreender o comportamento da chuva (MONTEIRO, 2016). Trata-se de uma técnica proposta por Pikayan (1966), que vem sendo trabalhada com frequência na análise de eventos extremos, seja de chuva ou eventos de seca (Tabela 2). Xavier (2007) ressalta que tal metodologia foi aplicada para o problema da classificação e de monitoração da ocorrência de anos secos ou chuvosos no Nordeste Brasileiro – NEB – e, em particular, no Estado do Ceará, a partir de uma série de trabalho de Xavier (1999, 2001, 2007) e mais recentemente por Monteiro (2016, 2017, 2021).

Tabela 2 - Alguns exemplos da utilização da técnica dos quantis na literatura

AUTOR/ANO	OBJETIVO
MONTEIRO; ROCHA; ZANELLA (2012)	Utilizar a técnica dos quantis para caracterização de períodos secos e chuvosos, correspondente à série histórica no período de 1980 a 2009 da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN.
ALMEIDA; FREITAS; SILVA (2013)	Usando a técnica dos quantis e às ordens quantílicas foram estabelecidos, a partir das médias anuais de chuvas, os anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos para as microrregiões geográficas do Brejo e Cariri paraibano, sendo esta caracterização.
LOPES; GUIMARÃES; MELO (2015)	Identificar o perfil da precipitação da estação do Projeto Bebedouro na Embrapa Semiárido, município de Petrolina/PE e a sua variabilidade temporal, através da técnica de Quantis.
WANDERLEY <i>et al.</i> (2018)	Investigar as frequências, as tendências e o tempo de recorrência dos eventos pluviométricos extremos na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Para a análise foram utilizados dados de precipitação diária no período de 1961 a 2016. Aplicou-se a técnica dos Quantis para determinar os eventos diários extremos.
MEDEIROS (2020)	Identificar a variabilidade pluvial e suas oscilações espaço-temporal através da técnica de quantis, gerar os balanços hídricos climatológicos para diferentes regimes pluviométricos.
MONTEIRO; ZANELLA; PINHEIRO (2021)	Analisar o comportamento da chuva no Sertão cearense através de uma técnica estatística (quantis) que permite identificar um determinado evento climático em uma região semiárida como normal ou extremo e propor uma definição operacional de desastre natural que possibilita uma melhor orientação para prevenções e respostas a desastres.
SILVA <i>et al.</i> (2022)	Construir réguas quantílicas para o monitoramento dos quatro meses mais chuvosos (quadra chuvosa) das regiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba (Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão).
SABOYA; MEDEIROS (2022)	Analisar as oscilações pluviais e a suas flutuações temporais pela técnica dos quantis aplicado ao estudo da pluviometria para diferentes regimes pluviais, muito seco (MS), seco (S), normal (N), chuvoso (C) e muito chuvoso (MC), em conjunto com os balanços hídricos, para Barbalha –CE, entre 1973 e 2019.

Fonte: Organizado pelo autor, 2022.

Xavier *et al.* (2007) definem quantis como medida de separação para distribuições empíricas ou teóricas, apresentando ainda ordens quantílicas de emprego mais corriqueiro. Permite identificar ou separar não apenas observações numéricas pertencentes a categorias extremas, mas, ainda, aquelas posicionadas em categorias intermediárias.

Monteiro (2016, p. 62) apresenta um exemplo: “para as ordens quantílicas $p = 0,15; 0,35; 0,65; e 0,85$ (15%, 35%, 65% e 85%), os quantis respectivos são $Q_{0,15}, Q_{0,35}, Q_{0,65}, Q_{0,85}$, tendo assim uma divisão em 5 classes”. O autor evidencia a possibilidade de selecionar outros quantis com intervalos mais homogêneos ou mais rigorosos, com uma quantidade menor de quantis.

Para esta pesquisa, a aplicação dos quantis teve como intuito, no primeiro momento, a definição de anos secos e chuvosos, adotando a classificação de Pikayan (1966) e Xavier (1999), os quais estimaram o $Q_{0,15}, Q_{0,35}, Q_{0,65}, Q_{0,85}$, que totalizam cinco classes definidas. Sena *et al.* (2019, p. 282) ressaltaram que os quantis possibilitam estabelecer ou delimitar faixas com regimes de chuvas diferenciadas, tais como mostra a tabela abaixo.

Tabela 3 - Classificação da precipitação anual a partir da ordem quantílica

CATEGORIAS	PROPABILIDADES
Muito Seco (MS)	$X \leq Q_{0,15}$
Seco (S)	$Q_{0,15} < X \leq Q_{0,35}$
Normal (N)	$Q_{0,35} < X \leq Q_{0,65}$
Chuvoso (C)	$Q_{0,65} < X \leq Q_{0,85}$
Muito Chuvoso (MC)	$X > Q_{0,85}$

Fonte: Adaptado de Xavier *et al.* (1999) e Silva *et al.* (2022)

Foi utilizada essa metodologia para definir limiares de chuva para o respectivo município. Como em Duarte *et al.* (2015), procurou-se analisar os dados diários de chuva em 24 horas, definindo os eventos extremos de chuva diário e o seu limiar, que pode causar transtornos à população, conforme com a Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação da precipitação diária a partir da ordem quantílica

CATEGORIAS	PROPABILIDADES
Extremamente Fraca (E. FRACA)	$X \leq Q_{0,05}$
Muito Fraca (C. M. FRACA)	$Q_{0,05} < X \leq Q_{0,15}$
Fraca (C. FRACA)	$Q_{0,15} < X \leq Q_{0,35}$
Moderada (C. MODERADA)	$Q_{0,35} < X < Q_{0,65}$
Forte (C. FORTE)	$Q_{0,65} \leq X < Q_{0,85}$
Muito Forte (C. M. FORTE)	$Q_{0,85} \leq X < Q_{0,95}$
Extremamente Forte (E. FORTE)	$X \geq Q_{0,95}$

Fonte: Adaptado de Duarte (2015)

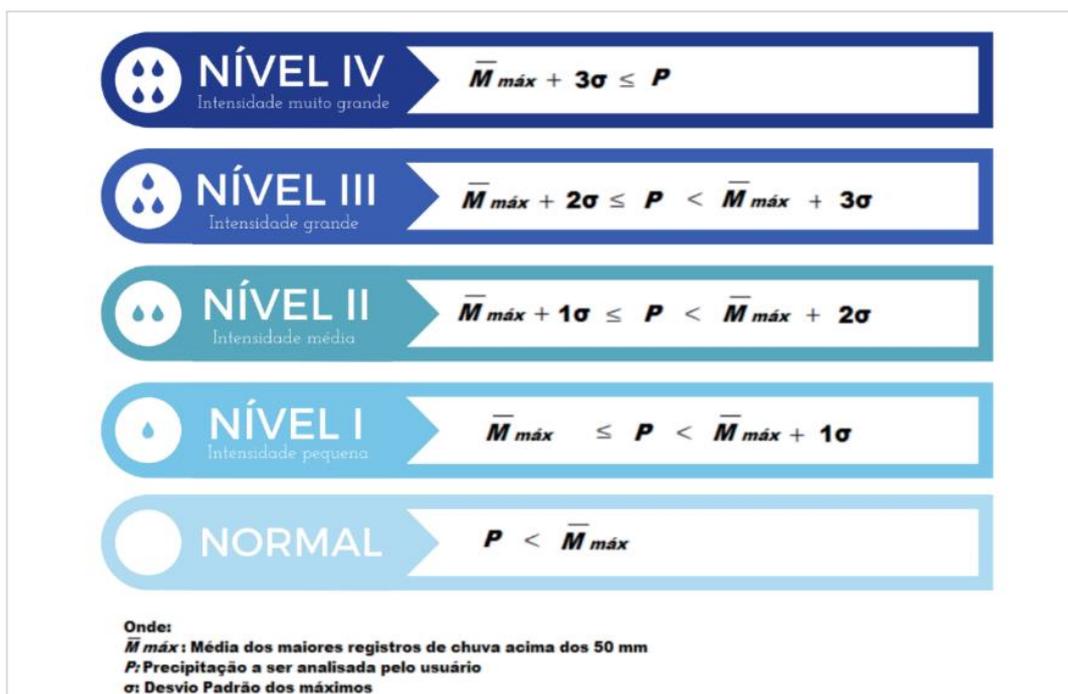
Os valores diários de precipitação foram distribuídos em sete classes quantílicas: Extremamente Fraca; Muito Fraca; Fraca; Moderada; Forte; Muito Forte e Extremamente Forte, com os seguintes intervalos quantílicos: Q0,05; Q0,15; Q0,35; Q0,65; Q0,85; Q0,95. Como supracitado, a definição destes possibilitou estabelecer um limiar de chuva diária para o município de Juazeiro do Norte, que serviu de subsídio para a aplicação da Metodologia dos Máximos de Precipitação. Vale ressaltar que, para análise dos dados diários, em decorrência do município ter um período sem chuva bem expressivo, foram descartados os valores iguais a zero, totalizando 1496 amostras. Baseado em Duarte (2015), considerou-se apenas os dias com chuva, com valores acima de 0,1mm, não havendo definição do que se constitui um dia com chuva na comunidade científica.

5.2.2 Metodologia dos Máximos de Precipitação

A metodologia dos máximos de precipitação, proposta por Monteiro (2016), busca o tratamento dos eventos extremos de precipitação em classes de intensidade, de acordo com eventos que realmente podem ser considerados de grande magnitude, deflagradores de intensos prejuízos à população.

Na realização do cálculo estatístico, foi utilizado o seguinte procedimento: seleção dos valores acumulados de chuva (diário) em 24h que sejam iguais ou superiores ao limiar Q85%, determinado com a aplicação da técnica dos quantis, trabalhando apenas com os valores máximos de precipitação. Após a definição, calculou-se a média e o desvio padrão dos valores de cada município. O resultado foi aplicado posteriormente nas fórmulas para definição dos níveis de intensidade dos eventos extremos conforme mostra a figura abaixo.

Figura 9 - Fórmulas e níveis de intensidade para determinar os eventos extremos de chuva.



Fonte: Adaptado de Monteiro e Zanella, 2017.

A primeira faixa representa a normalidade onde se encontram valores em torno de 50mm ou mais, enquanto as demais faixas representam os diferentes níveis de intensidade dos eventos extremos (MONTEIRO E ZANELLA, 2017). A aplicação da metodologia viabilizou a identificação dos valores de referência para cada nível de intensidade, sendo possível contabilizar os eventos extremos que ocorreram por dia no município estudado, de modo a realizar análise dos acúmulos mais expressivos com maiores repercussões na área de estudo.

Após a aplicação dos dados na referida metodologia, foram selecionadas imagens de satélites (GOES-16 e METEOSAT) disponíveis no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC –, do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE –, e cartas sinóticas, disponibilizadas pela Marinha, com intuito de identificar os principais sistemas atmosféricos com influência na ocorrência das chuvas extremas.

5.3 ANÁLISE DOS IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS CHUVAS

Para análise dos impactos associados aos eventos extremos de chuva, foram consultados os dados disponibilizados no Sistema Integrado de Informação sobre Desastres - S2ID. Na ausência desses dados e na falta de detalhamento, foram utilizados decretos oficiais do município de Juazeiro do Norte, bem como reportagens

de jornal disponibilizadas no formato digital em jornais, blogs e sites. Consultou-se também a Defesa Civil do município de Juazeiro do Norte, na tentativa de obter informações sobre as áreas mais críticas em relação aos impactos associados às chuvas no município.

5.3.1 Análise das reportagens de jornal e escolha dos pontos representativos

Com relação a análise das reportagens de jornais, a investigação foi realizada a partir de notícias veiculadas em jornais (local, estadual e regional), *blogs*, e alguns dados da Defesa Civil. As matérias jornalísticas foram analisadas com base em uma tabela padrão de coleta de dados em jornais, conforme Pinheiro (2012), que foi adaptada a esta pesquisa.

As notícias foram consultadas a partir de palavras-chave, em busca no site *Google* (chuvas em Juazeiro do Norte, chuvas no Crajubar, chuvas em Juazeiro do Norte no mês de março, e chuvas na região do Cariri) e posteriormente organizadas, conforme a Tabela 5, no *software Excel*, com intuito de identificar os bairros em que mais ocorrem essas repercussões. Foram analisadas, no total, 31 reportagens de jornais. Lima e Amorim (2014) ponderam que utilizar de notícias da mídia como fonte de dados para análises climáticas qualitativas é considerada estratégia conveniente e eficiente, haja vista que o mesmo procedimento já foi empregado em trabalhos anteriores, utilizando principalmente notícias de jornais impressos.

Tabela 5 - Modelo de tabulação de notícias veiculada pelo jornal

Jornal:	
Data:	
Link:	
Título da Matéria	
Palavras-chave:	
Elemento Climático:	
Problemas Urbanos:	

<i>Locais atingidos:</i>	
<i>Outras informações relevantes:</i>	

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2012)

A tabulação das reportagens, a partir da tabela, foi essencial para identificar os pontos que registraram impactos relacionados às chuvas durante o período analisado. Essa abordagem permitiu que as informações fossem obtidas com rapidez e facilidade, com a ajuda da internet, sendo também, em alguns casos, o único meio de registro da repercussão destes eventos, principalmente em cidades interioranas, que não costumam ter sede ativa da Defesa Civil para documentar tais fatos. Vale ressaltar ainda que o jornalista pode acionar fontes que ampliem a cobertura factual, ultrapassando a mera descrição de elementos físicos para elementos sociais (AMARAL; ASCENCIO; CRISTOBAL, 2020).

5.3.1.1 Ficha de campo e visita aos pontos elegidos

Elaborou-se uma ficha de campo (Apêndice A) com o intuito de coletar as informações que subsidiaram a criação do banco de dados e de cadastramento das áreas que registraram impactos associados aos eventos extremos de chuva. Essas áreas foram selecionadas a partir da análise realizada no tópico 5.3.1. Após a criação da ficha, foi realizado trabalho de campo nos dias 28/12/2021 e 07/11/2022, com intuito de identificar e de registrar os fatores que potencializam a ocorrência de impactos relacionados às chuvas em cada ponto selecionado.

5.3.2 Inventário de registro dos impactos associados

A partir das informações obtidas, tanto na execução do tópico anterior, no tratamento das matérias jornalísticas e na plataforma *Google Earth* (a fim de identificar a distância do ponto em relação à drenagem mais próxima), elaborou-se um quadro-síntese identificando os impactos associados aos eventos extremos, as áreas de maior ocorrência, a tipologia (inundação, alagamento, deslizamento, movimento de

massa, etc.) e o fatores condicionantes/potencializadores, com intuito da criação de um banco de dados geográfico. Conforme Freitas (2017), o inventário de registro dos impactos associados às chuvas compreende uma etapa fundamental para orientar os trabalhos de campo nas áreas susceptíveis, estabelecendo o levantamento de informações espaço-temporais das inundações.

5.4 MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO

Para a construção e a elaboração do mapa de suscetibilidade à inundação, esta pesquisa utilizou o modelo HAND, pois este normaliza a topografia de acordo com as alturas relativas locais encontradas ao longo da rede de drenagem e, desta forma, apresenta a topologia dos potenciais gravitacionais relativos do solo, ou potenciais de drenagem locais (NOBRE, *et al.*, 2011).

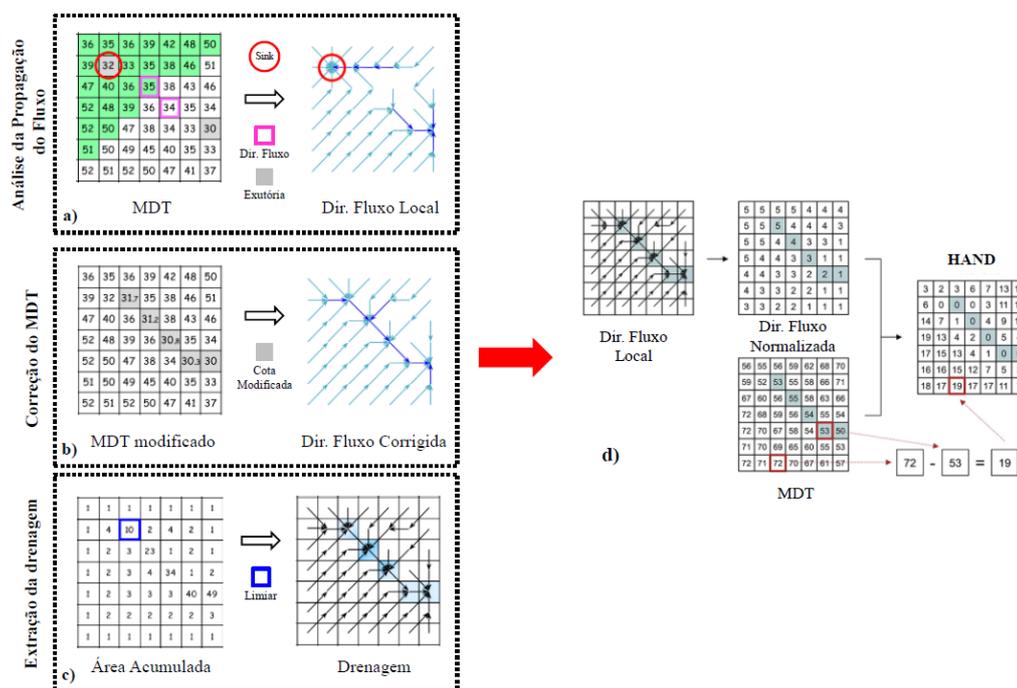
5.4.1 Modelo *Height Above the Nearest Drainage* (Altura Acima da Drenagem Mais Próxima) – HAND

A aplicação do modelo é dividida em etapas, como mostra a Figura 10. A primeira etapa consiste em extrair a direção do fluxo de drenagem e aplicação de correção do MDT, definindo para cada ponto da grade, a direção do fluxo da água. A segunda etapa, conforme Momo *et al.* (2016, p. 202-203), corresponde à obtenção da rede de drenagem, sendo obtida

[...] a partir do MDT hidrológicamente coerente e da rede de trajetórias superficiais de escoamento (DFD), são calculados, para cada célula da grade, os valores acumulados de fluxo recebidos, no qual células com valores altos indicam uma maior concentração de fluxo acumulado. Com o método da área de contribuição é definido um limiar mínimo para identificar as células da grade nos quais se iniciam os cursos d'água (*headwater*). Assim, a rede de drenagem é definida pelo ponto da grade que tem uma área de contribuição maior que o limiar mínimo definido.

A terceira etapa é a normalização da altimetria baseada nas cotas de drenagem. Souza (2021) ressalta que MDE é reclassificado com base na diferença entre a cota do canal mais próximo e as cotas da planície de inundação e/ou das encostas adjacentes a este canal.

Figura 10 - Procedimento para calcular a grade HAND



Fonte: Rennó *et al.* (2008). Adaptado de Souza (2021).

Com a rede de drenagem extraída do dado topográfico, a diferença entre cada elemento da grade MDE e o ponto mais próximo associado à rede de drenagem extraída dá origem ao modelo de superfície HAND (Figura 10), deixando de ter referência fixa em relação ao nível do mar, passando a ser relativo à rede de drenagem mais próxima (MENGUE *et al.*, 2016). Momo *et al.* (2016) destacam ainda que o resultado da simulação do modelo HAND é estreitamente relacionado à qualidade (resolução espacial) do dado topográfico.

Para obtenção da suscetibilidade à inundação, seguiram-se os procedimentos proposto para gerar a altura mais próxima da drenagem. Para isso, utilizou-se imagem de satélite do ALOS com resolução de 12,5m. Conforme a Figura 10, podemos observar a direção de fluxo (LDD) e o MDT corrigido (DEMC), fluxo acumulado (ACC) e a drenagem (DREN), o qual foi estabelecido o limiar de 3000px, e em seguida gerou-se os HAND.

5.4.1.1 Reclassificação e validação do modelo HAND

Após gerar o modelo no Terra Hidro, o mesmo foi importado ao Qgis 3.22, a fim de reclassificar por tabela, definindo 5 classes de intensidade (muito alta, alta, média, baixa, e muito baixa), levando em conta as classes de declividade a partir da proposta de Hora e Gomes (2009) (Tabela 6).

Tabela 6 – Reclassificação do modelo HAND para Juazeiro do Norte - CE

Suscetibilidade	Valores HAND (metros)
Muito Alta	0 – 5
Alta	5 – 10
Média	10 – 15
Baixa	15 – 20
Muito Baixa	> 20

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Com o intuito de validar as informações geradas pelo modelo HAND, cruzou-se o produto gerado com as ocorrências dos impactos associados às chuvas e com o mapeamento realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM –, em 2013, de área de alto e muito alto risco a inundação. Selecionou-se quatro pontos em que frequentemente são acometidos com ocorrência de inundações e alagamento associados aos eventos extremos de chuva. Em cada ponto selecionado, foi gerado um *buffer* de 200 metros, com o intuito de analisar o seu entorno e descrever as possíveis causas dos impactos gerados pelas inundações. A partir desses, pode-se observar a coerência entre as áreas estimadas pelo HAND e áreas com registro de impactos levantados pelas reportagens e pela CPRM.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos estão apresentados em três tópicos. O primeiro traz a análise das chuvas em Juazeiro do Norte (CE) e seus extremos em escala anual, mensal e diária, e a influência dos sistemas atmosféricos atuantes. O segundo descreve e especializa os impactos associados às chuvas por meio das informações do S2ID e de reportagens. Por fim, tem-se o mapeamento da suscetibilidade a inundação no município, com análise de pontos significativos.

6.1 CHUVAS EM JUAZEIRO DO NORTE: ANÁLISE DE EXTREMOS

Com a aplicação da técnica dos quantis, utilizando as mesmas classes quantílicas adotadas por Xavier (1999), foi possível definir limiares de precipitação para cada intervalo quantílico, como apresenta a Tabela 7. Com o intuito de classificar anos secos e chuvosos para Juazeiro do Norte, para a classe muito seco, foi estabelecido o limiar menor ou igual à 720,2mm; para os secos, 870,6mm; 984,5mm para os anos normais; 1025mm, para anos chuvosos; e 1244,1mm, para anos muito chuvosos.

Tabela 7 - Limiares de precipitação para cada intervalo quantílico para o município de Juazeiro do Norte analisados durante os anos de 1991 a 2021

CLASSES	LIMIARES
Muito Seco (MS)	$X_i \leq 720,2 \text{ mm}$
Seco (S)	$720,2 \text{ mm} < X_i \leq 870,6 \text{ mm}$
Normal (N)	$984,5 \text{ mm} < X_i < 1025 \text{ mm}$
Chuvoso (C)	$1025 \text{ mm} \leq X_i < 1244,1 \text{ mm}$
Muito Chuvoso (MC)	$X_i \geq 1244,1 \text{ mm}$

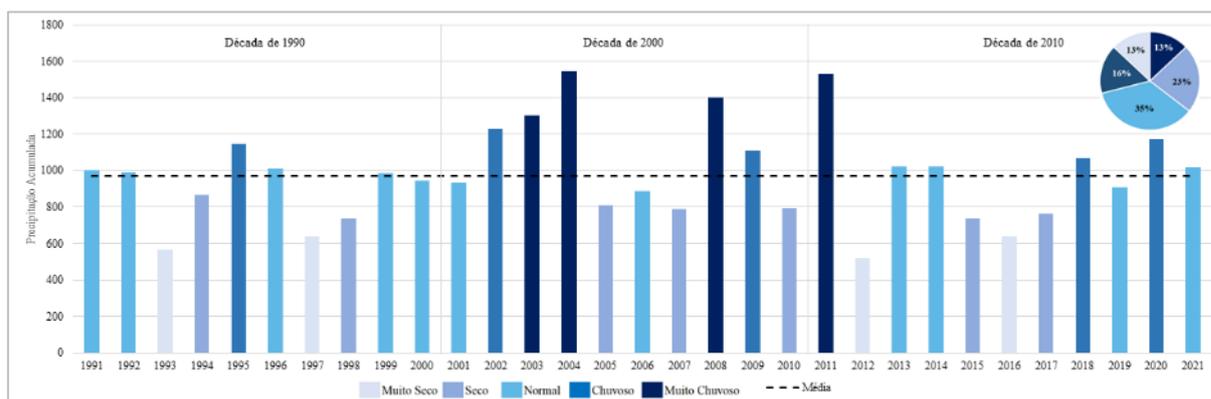
Fonte: Adaptado de Xavier (1999), organizado pelo autor (2022).

A partir da análise da precipitação anual para o município de Juazeiro do Norte, de 1991 a 2021, é possível identificar ciclos úmidos e outros secos. Pode-se destacar os anos de 2004 e 2011, com chuvas acima da média, evidenciando também os anos de 2002, 2003 e 2008, com registros expressivos. Já os anos de 1993 e 2012, foram marcados por chuvas abaixo da média, do mesmo modo o ano de 1997, e o triênio de 2015 a 2017 (Figura 11).

Com a classificação dos anos secos e chuvosos para o município, podemos perceber que os anos muito secos correspondem a 13% dos valores, assim como os

anos muito chuvosos. Os anos secos totalizam 19%, os normais 29% e os anos chuvosos com 26%, como podemos ver na Figura 11. Observa-se, também, a partir da Figura 11, que das três décadas analisadas, a década de 2000 se sobressai em relação a ocorrência de anos muito chuvosos contabilizando a ocorrência de três.

Figura 11 - Distribuição anual das chuvas para o município de Juazeiro do Norte e definição de anos secos e chuvosos (1991 a 2021)



Fonte: FUNCEME, organizado pelo autor (2022).

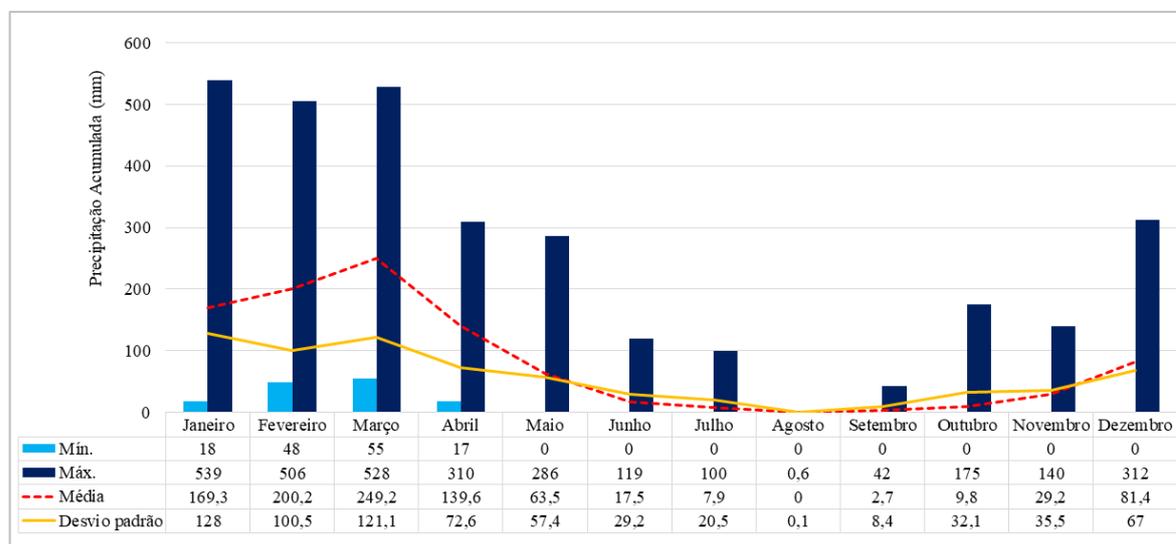
Evidenciam-se os anos de 2003, 2004, 2008 e 2011 como muito chuvosos. Estes foram os anos com os maiores registros pluviométricos da série estudada. Vale frisar que o período chuvoso dos referidos anos fora marcado por diversos impactos das chuvas não só na cidade de Juazeiro do Norte, mas também em cidades limítrofes. Para o ano de 2011, Reis *et al.* (2012) acentuam os impactos associados às chuvas daquele ano, reforçando que a principal área atingida, em Juazeiro, foi a zona urbana, com alagamentos de ruas e casas.

Já os anos classificados como muito secos são 1993, 1997, 2012, 2016, com os menores registros da série, desencadeando problemas de escassez hídrica principalmente para os moradores da zona rural do município que sobrevivem da agricultura. No ano de 2012, o município decretou Situação de Emergência, devido à estiagem e a ocorrência de seis óbitos no referido ano, em Juazeiro do Norte, como apontam os dados do CEPED/UFSC (2013).

No Ceará, as chuvas mais significativas iniciam-se em dezembro e janeiro (pré-estação) e podem estender-se até junho ou julho, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas atuantes (BRITO; SILVA, 2012). A partir dos dados mensais (Figura 12), constata-se que as chuvas no município se concentram nos primeiros meses do ano, associadas à quadra chuvosa do estado, sendo março o mês mais

chuvoso, com média de precipitação de 259,2mm. Durante a série analisada, o mês teve mínima registrada de 55,0mm e máxima de 528,0mm.

Figura 12 – Dados médios mensais de precipitação para o período de 1991 a 2021 para o município de Juazeiro do Norte



Fonte: FUNCEME, organizado pelo autor (2022).

Ao observar a Figura 12, percebe-se a diminuição das chuvas a partir do mês de junho, ocasionado principalmente pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para o hemisfério norte e avanço do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS). Melo *et al.* (2009) salientam que a migração da ZCIT, associada aos fatores que causam o fortalecimento/enfraquecimento dos alísios de sudeste/nordeste, exerce um importante papel na determinação da estação chuvosa do norte do NEB.

Observa-se, também, o mês de agosto, sendo o mês com registro de chuva quase nulo, tendo o valor máximo acumulado em 0,6mm, seguido dos meses de setembro, outubro e novembro, conhecidos regionalmente como os meses “BROS” (setembro, outubro, novembro e dezembro), os quais caracterizam o período seco com altas temperaturas. Já em dezembro, com a atuação do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) ou a expansão das massas de ar úmidas continentais, as chuvas voltam a ganhar notoriedade, sendo considerado como a pré-estação chuvosa do estado e, conseqüentemente, do município.

No que se refere à escala diária, a Tabela 8 apresenta os limiares que foram definidos com auxílio das ordens quantílicas adotadas conforme Duarte (2015), variando de 5% a 95% da categoria extremamente fraca para extremamente forte.

Tabela 8 - Limiares de chuva a partir de classes quantílicas para o intervalo diário Norte no período de 1991 a 2021

QUANTIS	mm	CATEGORIAS
5%	2	Extremamente Fraca (E. FRACA)
15%	4	Muito Fraca (C. M. FRACA)
35%	8,5	Fraca (C. FRACA)
50%	13	Moderada (C. MODERADA)
65%	20	Forte (C. FORTE)
85%	37	Muito Forte (C. M. FORTE)
95%	62	Extremamente Forte (E. FORTE)

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

A partir da aplicação da técnica, evidenciou-se a existência de três limiares de chuva em 24h para o município (Tabela 9): o forte correspondendo ao quantil 65% com chuvas acima de 20mm em 24 horas; o muito forte equivalente ao quantil 85%, totalizando 37,0mm em 24 horas; e o extremamente forte, quantil 95%, para chuvas superiores a 62,0mm em 24 horas.

Tabela 9 - Quantidade de registros diários dos Quantis 65%, 85% e 95% para Juazeiro do Norte no período de 1991 a 2021

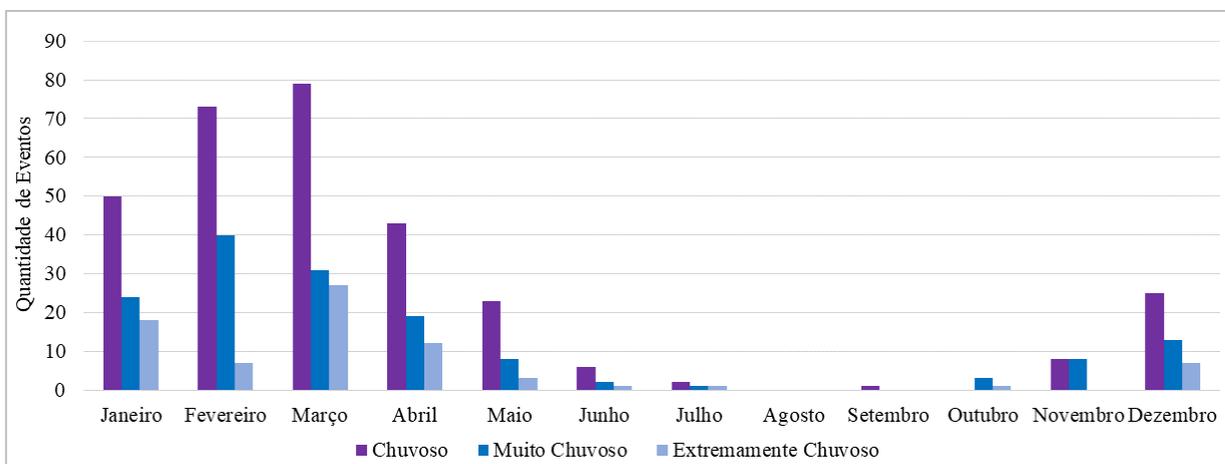
CATEGORIAS	QUANTIS	mm	Nº DE EVENTOS
Forte (C. FORTE)	65%	20,0	310
Muito Forte (C. M. FORTE)	85%	37,0	149
Extremamente Forte (E. FORTE)	95%	62,0	77

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Pode-se afirmar, ao analisar a Tabela 9, que os eventos de chuva forte são os que mais acontecem no município, com o total de 310 ocorrências até o período analisado. Em seguida, destacam-se os eventos muito fortes, com o registro de 149. Esses podem ocasionar sérios prejuízos à população, dependendo de como essa chuva é distribuída em relação ao tempo de duração. E, por fim, os eventos extremamente fortes, totalizando 77 eventos. Pontua-se que os eventos desta categoria possuem bastante poder destrutivo, pois, em muitos casos, essas chuvas ocorrem em menos de quatro horas de duração.

Ao analisar a Figura 13, verifica-se a frequência mensal desses eventos para os respectivos limiares (67%, 85% e 95%), sendo possível destacar que estes se concentram no período chuvoso do município, especialmente nos meses de janeiro a maio, e há uma diminuição no período seco, sobretudo nos meses de agosto, setembro e outubro, voltando a ocorrer consideravelmente em novembro e dezembro.

Figura 13 – Frequência mensal dos Quantis 65%, 85% e 95% de precipitação diária para Juazeiro do Norte no período de 1991 a 2021



Fonte: Organizado pelo autor (2022).

6.1.1 Sistemas atmosféricos e a gênese dos eventos Extremos Diários de precipitação

Para a classificação de eventos diários, a partir das questões levantadas, escolheu-se o quantil Q85% como limiar de referência para Juazeiro do Norte, tendo em vista a periodicidade que esses eventos ocorrem e sua capacidade de provocar prejuízos significativos na zona urbana do município. Com isso, aplicou-se a metodologia dos máximos de precipitação (MONTEIRO, 2016) aos dados já tabulados da FUNCEME (2021), possibilitando estabelecer os valores de referência para cada nível de intensidade, como apresenta a Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de referência cada nível de intensidade para o posto sede de Juazeiro do Norte – CE (1991 a 2021)

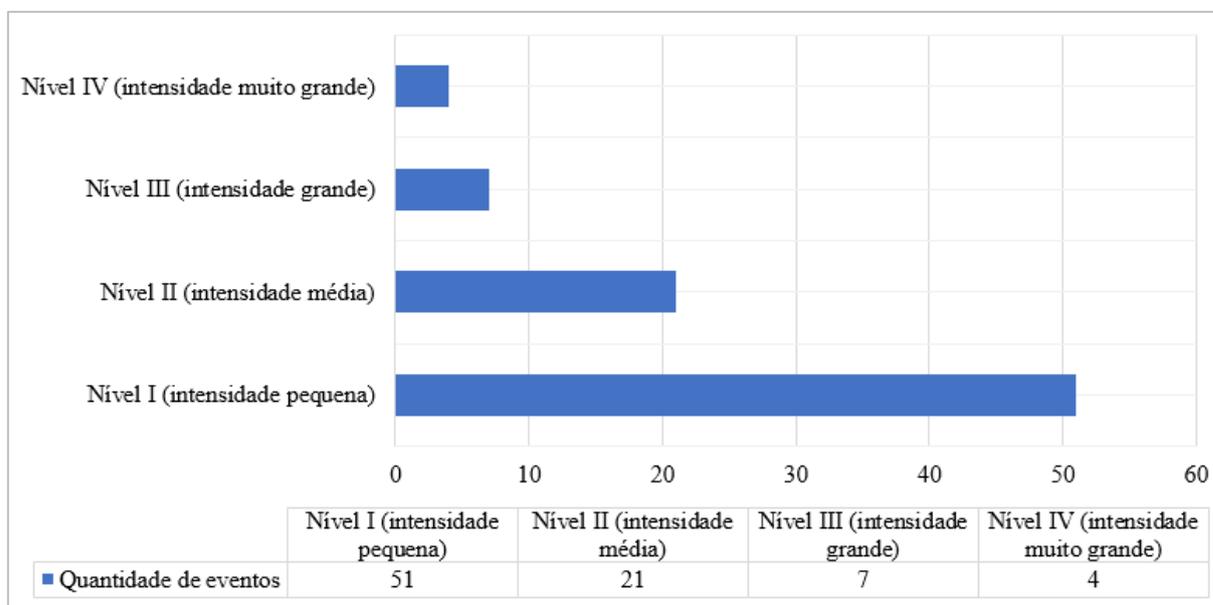
NÍVEIS DE INTENSIDADE	Nível I (intensidade pequena)	Nível II (intensidade média)	Nível III (intensidade grande)	Nível IV (intensidade muito grande)
VALORES DE REFERÊNCIA	59,2 mm	80,8 mm	102,5 mm	124,1 mm

Fonte: FUNCEME (2021). Organizado pelo autor.

Ao eleger os valores de referência, foi viável contabilizar a ocorrência de eventos por nível (Figura 14). Seguindo a metodologia, descartou-se os valores classificados como normais, abaixo de 59,2mm em 24h, para analisar de fato apenas

os máximos de precipitação correspondentes aos quatro níveis (I ao IV), variando de intensidade pequena a intensidade muito grande (MONTEIRO, 2016; LUNA, 2020).

Figura 14 - Quantidade de eventos extremos por níveis de intensidade para Juazeiro do Norte – CE, no período de 1991 a 2021



Fonte: FUNCEME (2021). Organizado pelo autor.

Constata-se, ao analisar o gráfico, que os eventos de nível I, com intensidade pequena, são os que mais acontecem no município, contabilizando 51 registros. Em seguida, destaca-se o nível II, intensidade média com 21 ocorrências; o nível III, que possui intensidade grande com sete; e o nível IV, de intensidade muito grande, com 4 eventos. Monteiro (2016) salienta que essa queda de ocorrências do nível I ao IV acontece devido à medida em que aumenta o nível do evento. Há uma tendência para diminuição no número de registros. Com isso, selecionou-se os eventos de intensidade muito grande, nível IV (Tabela 11), para análise detalhada de sua ocorrência e possível gênese.

Tabela 11 - Eventos extremos diário de nível IV para Juazeiro do Norte – CE (1991 – 2021)

ANO	MÊS	DIA	mm
2004	2	16	166
2008	2	12	130
2011	1	3	150
2020	3	26	133

Fonte: FUNCEME (2021). Organizado pelo autor.

Dos quatro eventos classificados como nível IV, observa-se que dois ocorreram no mês de fevereiro, um no mês de janeiro e um no mês de março, estando eles

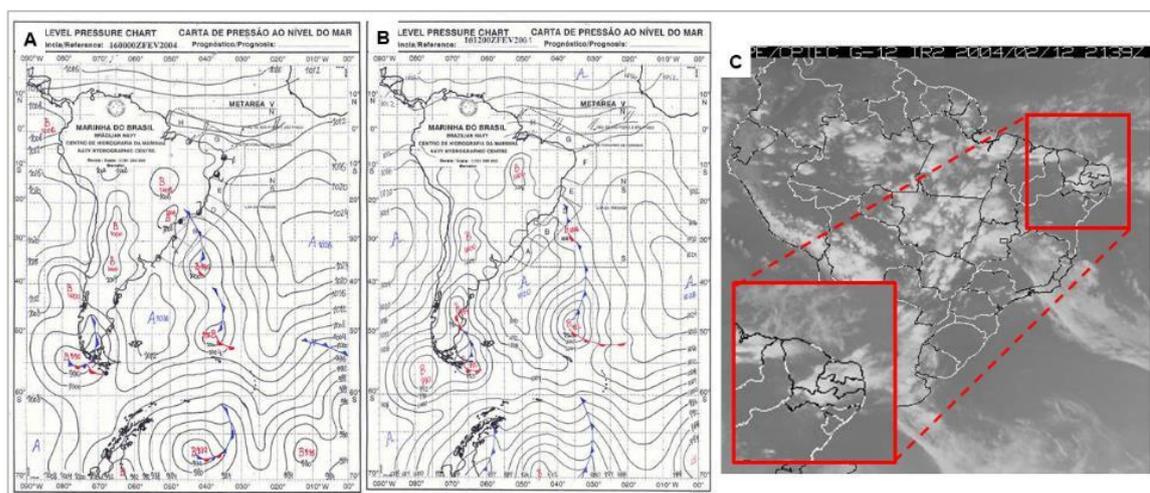
associados à quadra chuvosa do município e à atuação dos sistemas atmosféricos que provocam chuvas no Ceará no referido período.

6.1.1.1 Evento extremo do dia 16/02/2004

O evento ocorreu no dia 16 de fevereiro de 2004, sendo o maior registrado na série histórica analisada, contabilizando 166mm em 24/h. Neste referido ano, a previsão da FUNCEME (2004), referente ao quadrimestre de fevereiro a maio, destacou que, para o estado do Ceará, não havia forçantes de grande escala, a qual caracterizava a ocorrência de eventos extremos, como por exemplo, forte El Niño, La Niña, ou dipolo de temperatura no Atlântico. Os pesquisadores do órgão apontaram a impossibilidade de ocorrência de eventos extremos para o período, com previsão de chuvas dentro da média.

Ao consultar a Figura 11, percebe-se que não aconteceu o que estava previsto, pois, foi o ano mais chuvoso para o Ceará e, conseqüentemente, para o município de Juazeiro do Norte, contabilizando 1.544mm, durante todo o ano, concentrando 506mm no mês de fevereiro. Nas Cartas sinóticas da 0h e das 12h do dia 16/02/2004, é possível observar a atuação de um sistema frontal sobre parte do sudeste do país, desenvolvendo-se para o Oceano Atlântico. A passagem desse sistema frontal reorganiza todo o escoamento de ventos superficiais no interior do país, configurando-se como centros de baixa pressão, responsáveis por nebulosidades e áreas com precipitações (Figura 15, imagem C).

Figura 15 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 16/02/2004



Fonte: Marinha do Brasil e CPTEC/INPE. Organizado pelo autor.

A Alta Pressão (ASAS) centrada entre as latitudes de 30°S e 40°S (Figuras 15, imagem A e B) proporciona o escoamento dos alísios de sudeste em direção a ZCIT. Parte desses alísios, ao avançar sobre o interior nordestino, contribui para a formação de grandes células convectivas, típicas de Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM, estudadas por Lyra *et al* (2020), responsáveis por consideráveis volumes pluviométricos em um curto espaço de tempo (de 3 a 6 horas). Tal condição pode ser observada no interior dos estados da Paraíba, Pernambuco e sul do Ceará (Figura 15)

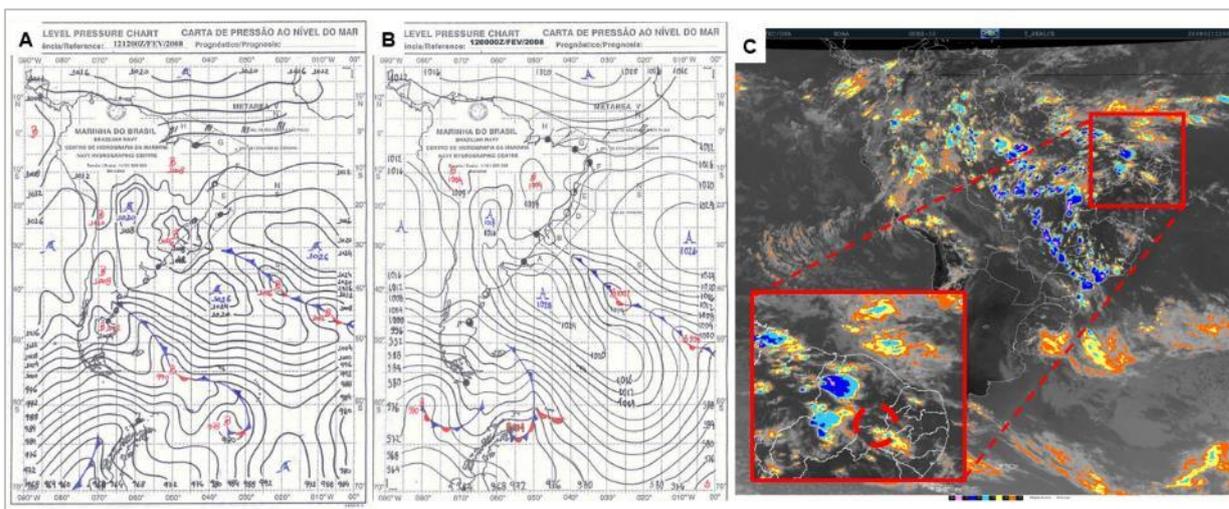
O CEPTEC/INPE (2004), por meio do boletim de climanálise, salientou que a localização da ZCIT ao sul favoreceu a ocorrência de chuvas durante todo o mês para a região nordeste, e que os principais índices de precipitação foram registrados nos estados do Ceará e Maranhão. Além da ZCIT, o Infográfico do CEPTEC/INPE (2004) salientou a ocorrência do VCAN sobre o Oceano Atlântico. Barbieri (2014) salienta que o ano de 2004 foi um ano atípico para o Ceará, sobretudo para o mês de janeiro, pois as chuvas obtiveram uma boa distribuição espacial e temporal para todas as regiões do estado.

6.1.1.2 Evento extremo do dia 12/02/2008

Este evento extremo ocorreu no dia 12 de fevereiro de 2008, sendo o quarto maior registro da série histórica de 1991 a 2021 (Figura 11). Para o referido ano, o prognóstico da FUNCEME (2008) para o trimestre de fevereiro, março e abril, atribuiu o seguinte conjunto de probabilidades para o total de chuvas no trimestre supracitado: 40% acima da média histórica, 35% em torno da média histórica, 25% abaixo da média histórica. Dessa forma, ficando acima da média histórica, como mostra a Figura 11.

Na Carta Sinótica das 0h, do dia 12/02/2008 (Figura 16, imagem A), é possível observar que um sistema frontal modula no Oceano Atlântico subtropical, o qual organiza o escoamento atmosférico do interior do Brasil em direção a região sudeste, promovendo núcleos convectivos, associados a instabilidades atmosféricas, muitas vezes configurados sob a forma de alinhamentos (Figura 16, imagem C).

Figura 16 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 12/02/2008



Fonte: Marinha do Brasil e CPTEC/INPE. Organizado pelo autor.

Parte desse escoamento atmosférico decorre, também, da ação de componentes dos alísios do ASAS, muito próximos à zona de formação da ZCIT, no litoral setentrional da região Nordeste. Esses ventos, associados à energia irradiada pela superfície continental, contribuem para a formação de CCM, já descritos por Lyra *et al* (2020), responsáveis por elevados volumes pluviométricos em curtos espaços de tempo (até 6 horas). Observa-se, também, a partir da Figura 16, a influência da ZCIT e a expansão do ar úmido continental, a partir de um núcleo de baixas pressões entre o N e NE do Brasil.

Ao analisar o boletim de climanálise e o infográfico do CPTEC/INPE (2008), destacou-se a generalização das chuvas, resultado de uma mudança no padrão atmosférico que favoreceu a atuação de um sistema frontal em latitude mais ao norte, como também o deslocamento do VCAN, posicionada sobre o Oceano Atlântico, causando o aumento das chuvas durante o referido mês. Os documentos do CPTEC/INPE (2008) ressaltaram também a atuação da ZCAS, que proporcionou elevados totais de chuva na região neste período.

6.1.1.3 Evento extremo do dia 03/01/2011

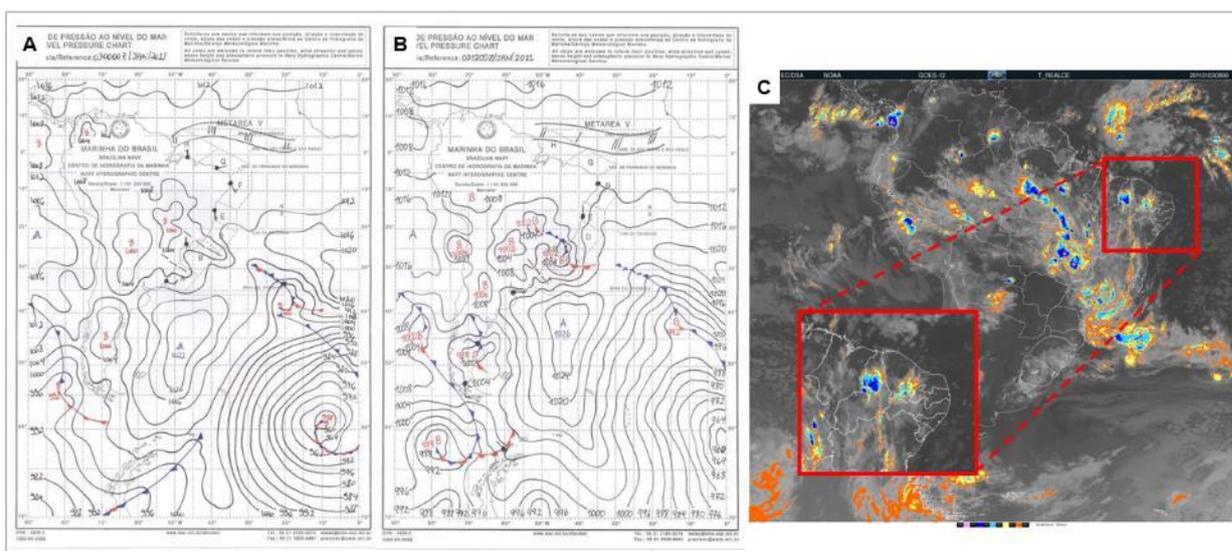
Ocorrido no dia 03 de janeiro de 2011, esse evento foi o segundo maior registrado na série histórica analisada, contabilizando 150mm em 24h. O mês de janeiro deste ano registrou o total mensal de 481mm. Para a quadra chuvosa, o prognóstico da FUNCEME (2011) indicou a probabilidade de 40% de probabilidade

para a categoria normal, 35% para a categoria acima do normal e 25% para a categoria abaixo da normal. Apontou-se também a probabilidade de ocorrência de eventos extremos de chuva em regiões litorâneas ou serranas. Esta análise foi realizada a partir da investigação dos padrões atmosféricos de grande escala, temperatura da superfície do mar (sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico) e modelos numéricos e estatísticos globais e regionais.

Nas cartas sinóticas das 0h do dia 03/01/2011, observa-se que um sistema frontal localizado no Oceano Atlântico organiza áreas de baixa pressão sobre o continente, promovendo um corredor de umidade, sob a forma de cavados em baixos e médios níveis do Brasil Central, atravessando a região sudeste do país. Já na Carta das 12h, observa-se que tais cavados já se configuram como centros de baixa pressão, configurando-se como um sistema frontal formado por um ramo frio e outro ramo quente.

Nesta configuração sinótica, os ventos superficiais são direcionados para tais áreas de baixa pressão, promovendo a formação de típicas extensas linhas de instabilidade, associadas a grandes células convectivas, que podem ser observadas na imagem de satélite Figura 17, imagem C.

Figura 17 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 03/01/2011



Fonte: Marinha do Brasil e CPTEC/INPE. Organizado pelo autor.

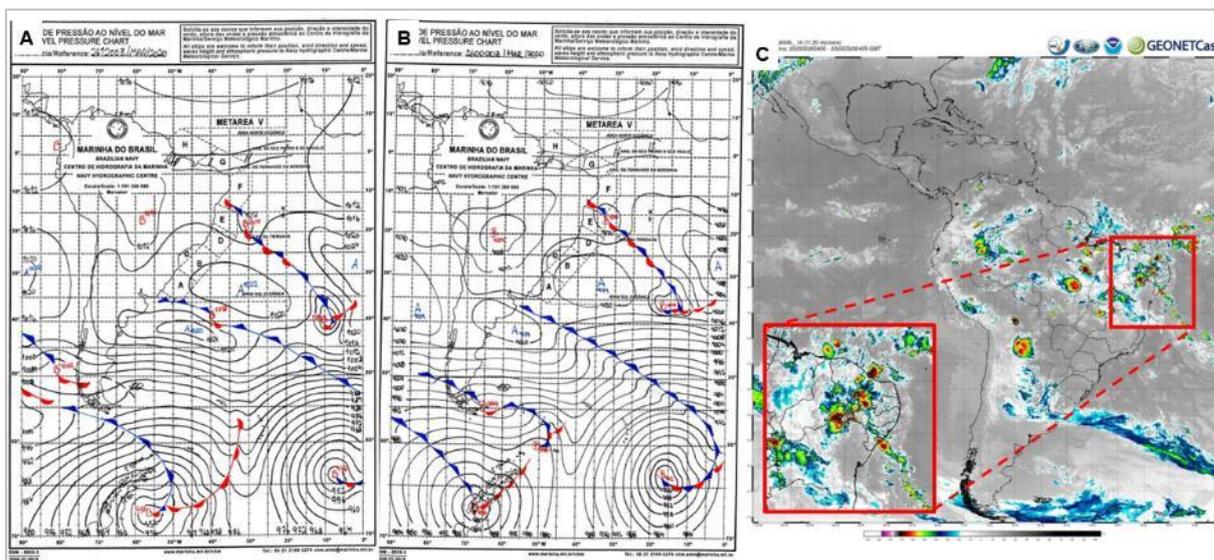
Com as informações obtidas pelo boletim de climanálise e o infográfico do CPTEC/INPE (2011), foi possível constatar que o mês de janeiro de 2011 foi um mês com chuvas acima da média na maior parte do Brasil, sobretudo no NEB com impactos significativos, sendo o VCAN, o sistema responsável por ocasionar as chuvas em boa

parte da região. Vale frisar que o deslocamento desse sistema, nos quinze (15) primeiros dias do mês, sobre o oceano e continente, contribuiu para o aumento das chuvas no estado do Ceará, o que, conseqüentemente, influenciou na ocorrência do evento extremo em Juazeiro do Norte devido seu posicionamento.

6.1.1.4 Evento extremo do dia 26/03/2020

Esse é um dos eventos extremos recentes da série histórica. Ocorreu no dia 26 de março de 2020, computando o total de 133mm em 24/h. Para este mês, foi registrado o total de 430mm. Ao divulgar o prognóstico para o trimestre fevereiro, março e abril de 2020, a FUNCEME (2020) indicou a probabilidade de 45% da categoria acima do normal, 35% para a categoria em torno da normal e 20% para a categoria abaixo da norma, indicando também uma tendência de diminuição das chuvas ao longo da quadra chuvosa.

Figura 18 – Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 26/03/2020



Fonte: Marinha do Brasil e CPTEC/INPE. Organizado pelo autor.

Nas cartas sinóticas das 0h e das 12h, do dia 26/03/2020 (Figura 18 A e B), observa-se a organização de um sistema estacionário do litoral leste da região nordeste (entre Sergipe e Alagoas) se desenvolvendo ao longo do Oceano Atlântico.

Já sobre o continente, no interior da região nordeste, as condições sinóticas são responsáveis pela formação de áreas de baixa pressão, organizadas sob a forma de núcleos convectivos profundos associados, manifestando-se sob a forma de grandes células convectivas – CCM –, conforme descritos por Lyra *et al.* (2020), foram

responsáveis por precipitações com elevados volumes pluviométricos (Figura 18, imagem C), tendo influência também da ZCIT.

6.2 IMPACTOS ASSOCIADOS ÀS CHUVAS EM JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ

Com relação aos dados do S2ID, no período de 2003 a 2016, para Juazeiro do Norte, encontrou-se o total de dez reconhecimentos, em que nove representavam Situações de Emergência – SE – e um correspondia a Estado de Calamidade Pública – ECP. Desses decretos, cinco estão relacionados a desastres associados às chuvas e cinco a desastres associados à seca como mostra a Tabela 12.

Tabela 12 - Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) - Juazeiro do Norte (2003 - 2016)

ANO	UF	Código IBGE	Município	Documento	Desastre	SE/ECP
2003	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	CHUVAS INTENSAS	SE
2003	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	CHUVAS INTENSAS	SE
2004	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	INUNDAÇÕES	ECP
2006	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2006	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2007	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2007	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2008	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	INUNDAÇÕES	SE
2012	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Decreto	ESTIAGEM	SE
2013	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	ENXURRADAS	SE

Fonte: Sistema Integrado de Informação sobre Desastres. Elaborado pelo autor (2022)

A partir da tabela, nota-se que os anos de 2003, 2004, 2008 e 2013, reconheceram SE ou ECP. Comparando-se com a Figura 11, que mostra a ocorrência de anos secos e chuvosos, percebe-se que esses desastres ocorreram em anos chuvosos, com exceção do ano de 2013, considerado um ano normal.

O ano de 2003 foi um ano chuvoso, registrando 1300,8mm, e desencadeando inúmeros desastres pelo município. Ao analisar o decreto emitido pelo município, nota-se que a gestão municipal reconheceu ECP, a partir do decreto de N^o1555, no dia 24/03/2003 (Anexo A), devido aos fortes impactos das chuvas no município, sobretudo em áreas apontadas como críticas no documento, entre elas os bairros Antônio Vieira,

Lagoa Seca, Betolândia, Boca das Cobras, Trilho (Paulo Maia), Alta Tensão I e II, e Vila José Apolinário. Afim de arrecadação de recursos federais, a gestão, a partir do decreto de Nº1556, do dia 26/03/2003 (Anexo B), reconheceu SE, revogando o decreto de Nº1555, estabelecendo 90 dias para o período de emergência, que foi prorrogado por mais 90 dias no dia 25/06/2003 a partir do decreto de Nº1570 (Anexo C).

O ano de 2004 também foi um ano considerado chuvoso, registrando o maior índice pluviométrico (1.544mm para a série estudada). Com a análise dos decretos disponibilizados, observou-se o reconhecimento de SE a partir do decreto de Nº1595, de 04/02/2004 (Anexo D), motivado pelos inúmeros impactos associados às chuvas na zona urbana e rural do município, com maiores ocorrências nos bairros Antônio Vieira, Boca das Cobras, Timbaúbas, Lagoa Seca, Alta Tensão I e II, Leandro Bezerra, Sítio Carité e nas Margens do rio Salgadinho. O decreto objetivou unir esforços do poder municipal, estadual e federal, na tentativa de implementar medidas permanentes e necessárias para socorro das vítimas, estabelecendo o período emergencial de 120 dias.

Ainda no mesmo mês, no dia 16/02/2004, anunciou-se ECP, a partir do decreto de Nº1556 (Anexo E), devido à continuidade e ao agravamento dos impactos da chuva na localidade, que ocasionou grandes prejuízos para a população no referido ano. O decreto tinha vigência de 180 dias e, no dia 16/08/2004, foi prorrogado por mais 90 dias pelo decreto de Nº1610 (Anexo F).

Em 2008, mais um ano considerado chuvoso para o município, registrou-se precipitação de 1399mm e, conseqüentemente, também desencadeou impactos em todo município. A gestão municipal, por meio do decreto Nº236, de 12/02/2008 (Anexo G), reconheceu ECP no período de 120 dias, podendo ser prorrogado por mais 60 dias. O decreto considerou os impactos ocorridos na infraestrutura (avenidas e ruas) do município e de residências, tipo taipa ou construídas com material de baixa qualidade, em bairros que em anos anteriores já haviam registrado a ocorrência desses desastres. No mesmo ano, em 28/03/2008, o decreto de Nº250 (Anexo H) reconheceu SE no período de 90 dias, devido à continuidade das chuvas no município e aos impactos decorrentes delas.

Por fim, o ano de 2013, considerado um ano com precipitação normal, registrou 1021mm. Devido às chuvas ocorridas entre os dias 27 e 29 de março, com média de 130mm precipitados, a gestão municipal reconheceu SE pelo decreto de Nº16 em

01/04/2013 (Anexo I). Os bairros notadamente mais afetados, conforme o decreto, foram bairros São José, Pio XII, Aeroporto, Timbaúbas, Limoeiro, Novo Juazeiro, Tiradentes, Salesianos, Romeirão, Antônio Vieira e São Miguel, bairros estes que outrora já haviam registrado impactos associados à chuva.

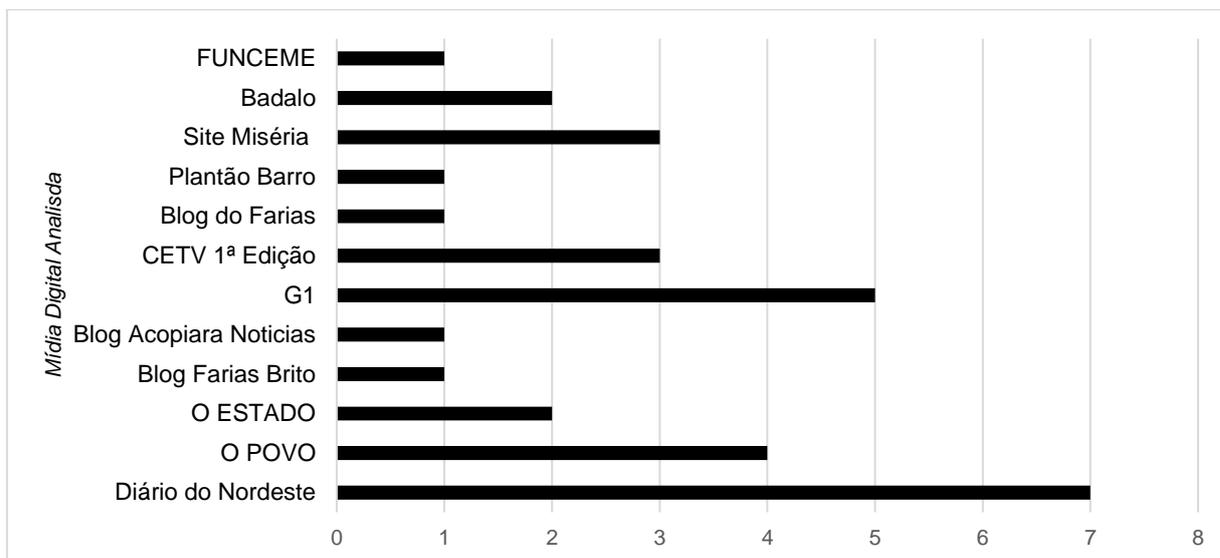
O decreto institui a mobilização da Defesa Civil municipal junto a outros órgãos (Secretaria de Infraestrutura, Secretaria de Saúde, Secretaria de Desenvolvimento Social e Secretaria da Cidade), com o objetivo de executar um plano emergencial de resposta aos desastres e socorro à população. No dia 02/05/2013, a gestão municipal decide prorrogar a SE, sob orientação da Defesa Civil, a partir do decreto de N°21 (Anexo J).

A partir da análise dos decretos, foi perceptível que, em algumas situações, era decretado ECP em âmbito municipal, e em âmbito federal, decretava-se SE, como ocorrido nos anos de 2003, 2008 e 2013. Com relação aos impactos de 2016 a 2021, em reunião junto à atual coordenação da Defesa Civil, o então coordenador do órgão relatou que não foi reconhecido nenhum desastre, não por falta desses, mas devido a troca de gestão municipal, que resultou na perda de acesso ao S2ID, o que vem tornando-se um grande problema para o município, por não conseguir reconhecer os desastres em âmbito federal.

6.2.1 Impactos associados às chuvas registradas em mídias digitais

Como mencionado anteriormente, a partir da análise dos decretos, muitos bairros da zona urbana de Juazeiro do Norte são anualmente afetados pelas repercussões dos eventos extremos de chuva. Ao analisar o gráfico, é perceptível que o jornal Diário do Nordeste foi o que mais noticiou sobre a repercussão das chuvas no município, com sete reportagens, dentre as 31 matérias analisadas, seguido do G1, com cinco reportagens e O Povo, com quatro. Vale mencionar que Diário do Nordeste e O Povo já foram classificados como os jornais mais populares no Ceará pelo Anuário Datafolha *Top of Mind*.

Figura 19 - Número de reportagens analisadas no período de 2003 a 2021 para Juazeiro do Norte – CE

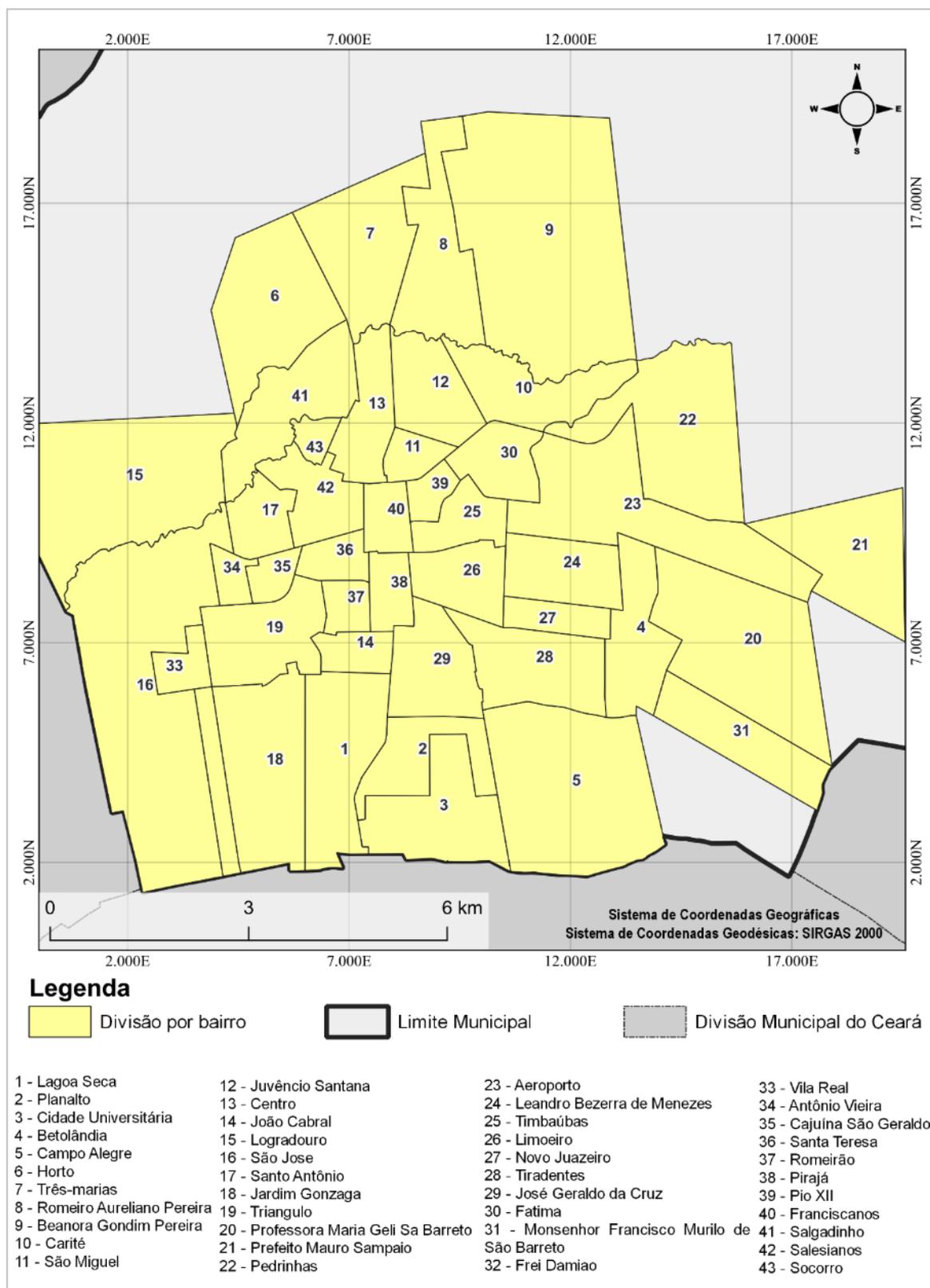


Fonte: Organizado pelo autor.

Na análise, destaca-se também o Site Miséria com três matérias sobre as repercussões, bem como o CETV 1ª Edição, filial da Globo no Ceará, registrando três reportagens sobre estas. Os Jornais Badalo e O Estado registraram duas reportagens, e os demais jornais, sites e blogs registraram uma reportagem cada sobre os impactos. Ressalta-se, ainda, a importância das notícias dos blogs, sobretudo para as notícias mais antigas que são de difícil acesso.

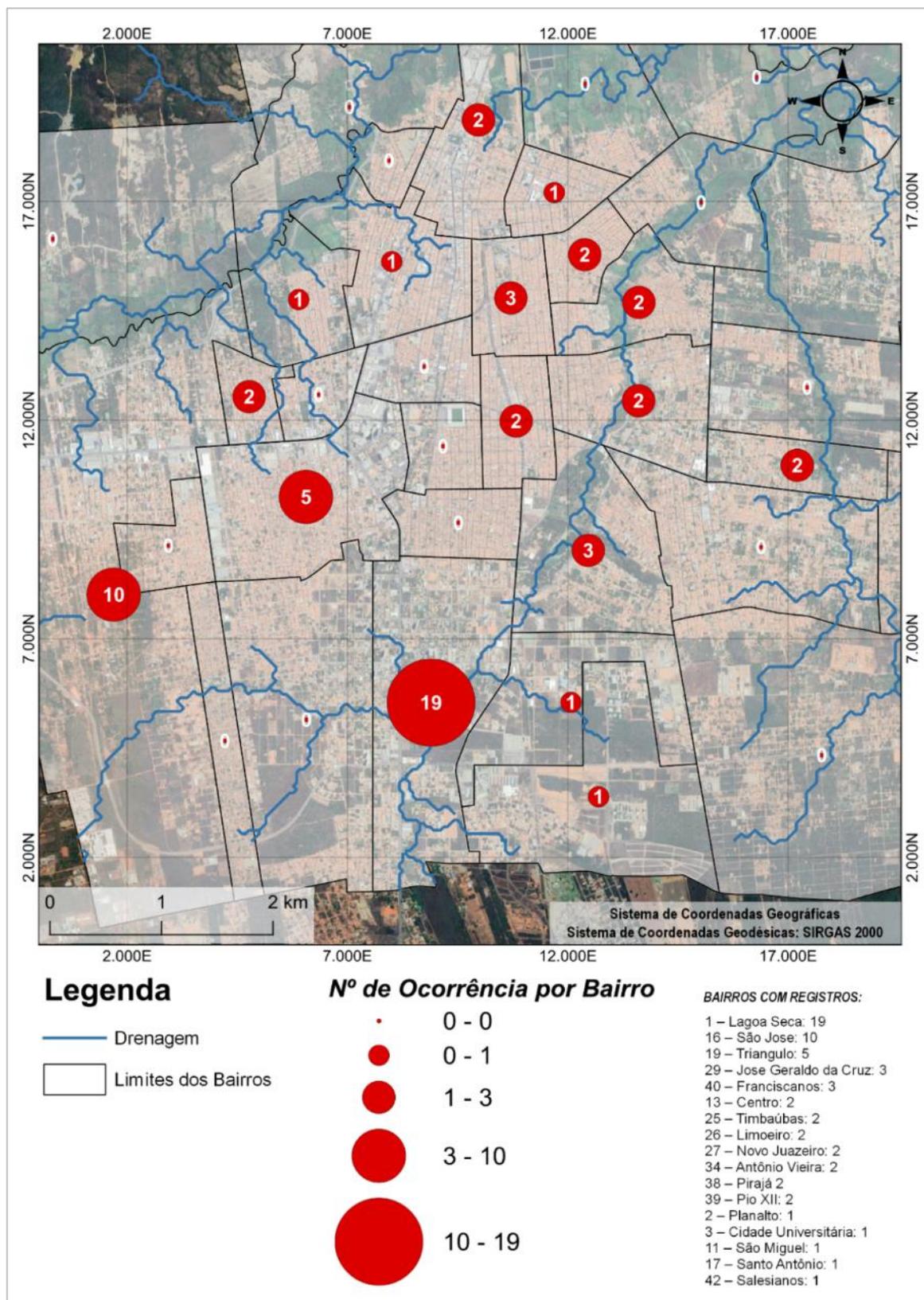
A análise dessas reportagens possibilitou identificar e especializar a quantidade de impactos registrados na zona urbana do município. Na Figura 20, é possível visualizar a distribuição dos bairros de Juazeiro do Norte, e, na Figura 21, visualizar os registros dos impactos por bairros.

Figura 20 - Localização dos bairros da zona urbana de Juazeiro do Norte – CE



Fonte: IBGE, 2020. Organizado pelo autor.

Figura 21 - Registro de impactos associados às chuvas por bairro, na zona urbana de Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Nota-se, ao analisar o mapa, a maior concentração de reportagens noticiando os impactos das chuvas no bairro Lagoa Seca, totalizando 19 registros; em seguida, o bairro São José, com 10 registros; o bairro Triângulo, com cinco; e os bairros José Geraldo Cruz e Franciscanos, com três registros. Nos bairros Centro, Timbaúbas, Limoeiro, Novo Juazeiro, Antônio Vieira, Pirajá e Pio XII, foram contabilizados dois registros em cada, e um registro nos bairros Salesianos, Santo Antônio, São Miguel, Planalto e Cidade Universitária.

A partir do Apêndice B, é notável que os impactos ocorridos nos bairros da zona urbana de Juazeiro do Norte são ocasionados devido a ocupação irregular na planície dos rios e riachos, sobretudo o Riacho Timbaúbas, e em alguns pontos, devido ao aterramento de antigos riachos, como é o caso do bairro São José e parte do bairro Lagoa Seca. Identificou-se também que os impactos que majoritariamente ocorrem são alagamentos e inundações, e que os bairros mais afetados são os que bordejam o Riacho das Timbaúbas.

Vale enfatizar, a partir das reportagens analisadas, o percentual de ocorrências por mês. Os meses com registros foram: janeiro com 16% dos impactos; 23% em fevereiro; 39% em março; 13% em abril; novembro com 3%; e dezembro com 6% desses impactos, sendo que, de maio a outubro não foi registrado impactos nas reportagens analisadas. A partir desses dados, é possível notar que esses impactos estão estreitamente condicionados a ocorrer na estação chuvosa (fevereiro a abril) e alguns episódios na pré-estação (dezembro e janeiro).

Ressaltar ainda que, o artigo 85, da lei nº 2.570, de 08 de setembro de 2000, que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo, do plano diretor, institui que não seria permitido parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas ou a proteção contra enchentes ou inundações (CEARÁ, 2000, p. 39). A partir da análise, realizada com o auxílio de reportagens, é perceptível que isso não foi cumprido, pois os impactos associados às chuvas no município são ocasionados principalmente por falta de estrutura para o escoamento das águas e por ocupação irregular da planície dos rios.

6.2.2 Inventário dos impactos associados às chuvas

A partir da tabulação e da análise de reportagens de jornais, foi possível identificar 23 pontos na zona urbana do município onde ocorrem impactos frequentes relacionados aos episódios extremos de chuva (Tabela 13), possibilitando identificar a tipologia do impacto e seus danos em cada ponto, o que favoreceu a construção do inventário dos impactos (Quadro 3).

Tabela 13 - Pontos de ocorrência de impactos associados a eventos extremos de chuva

Nº	Ponto	Coordenadas	Tipologia	Bairro
1	Atacadão/Assai	7°13'38.47"S 39°20'50.32"O	Alagamento e Inundação	São José
2	Rua Maria Célia	7°13'57.27"S 39°20'47.26"O	Alagamento	São José
3	Cruzamento Carajás	7°13'36.49"S 39°20'19.52"O	Alagamento	São José
4	Antiga Singer	7°13'35.40"S 39°19'57.11"O	Alagamento	Triangulo
5	Teatro M.B.	7°13'4.23"S 39°19'28.74"O	Alagamento	Salesianos
6	Planície Salgadinho	7°11'57.69"S 39°19'14.48"O	Inundação	Salgadinho
7	Av. Vicente Marcio de Lima	7°12'45.02"S 39°19'57.21"O	Inundação	Antônio Vieira
8	Rua Odete Matos de Alencar	7°14'54.86"S 39°19'22.83"O	Alagamento e Inundação	Lagoa Seca
9	Av. Maria Leticia	7°15'9.75"S 39°19'12.58"O	Alagamento e Inundação	Lagoa Seca
10	Rua Otacílio Almeida	7°14'57.78"S 39°17'40.22"O	Inundação e alagamento	Campo Alegre
11	Rua Padre Manoel Germano	7°14'54.96"S 39°19'8.87"O	Inundação e alagamento	Lagoa Seca
12	Lagoa da APUC	7°14'39.85"S 39°18'58.04"O	Inundação e alagamento	Lagoa Seca
13	Parque das Timbaúbas	7°14'13.65"S 39°18'46.07"O	Inundação e alagamento	Lagoa Seca
14	Rua Samuel Correia	7°14'18.40"S 39°18'28.24"O	Inundação	José Geraldo Cruz
15	Rua José Cicero Santana	7°14'10.72"S 39°18'20.72"O	Inundação	José Geraldo Cruz
16	Av. Castelo Branco	7°13'35.57"S 39°18'21.15"O	Inundação e alagamento	José Geraldo Cruz
17	Rua Madre Maria Nely Sobreira	7°13'23.10"S 39°18'13.98"O	Inundação e alagamento	Limoeiro
18	Rua Rui Barbosa	7°13'10.70"S 39°18'13.59"O	Inundação e alagamento	Limoeiro
19	Rua Domingos Sávio	7°12'47.10"S 39°18'14.05"O	Inundação e alagamento	Timbaúba
20	Av. Virgílio Távora	7°12'33.01"S 39°18'5.54"O	Inundação e alagamento	Aeroporto

21	Rua Pedro Henrique de Sousa	7°13'17.28"S 39°17'14.33"O	Inundação e alagamento	Leandro Bezerra de Menezes
22	Rua Pedro Cruz Sampaio	7°11'49.87"S 39°17'44.35"O	Inundação e alagamento	Carité
23	Av. Prof. Carlos Cruz	7°12'14.62"S 39°17'13.20"O	Inundação e alagamento	Pedrinhas

Fonte: Organizado pelo autor (2022)

Com base na Tabela 14, percebe-se que a tipologia dos impactos registrados está relacionada a alagamento e a inundação. Nos pontos 2, 3, 4 e 5, foram identificados problemas relacionados apenas a alagamentos, e nos pontos 6, 7, 14, 15 e 20, a inundação. Nos demais pontos, foram apresentadas ocorrência das duas tipologias.

A eleição dos pontos foi realizada a partir das reportagens de jornais e da visita de campo na cidade de Juazeiro do Norte, o que viabilizou, a partir dessas informações levantadas (Apêndice B), construir um inventário dos fatores que potencializam a ocorrência desses impactos, como apresenta o quadro a seguir.

Quadro 3 – Inventário dos impactos ocorridos em Juazeiro do Norte - CE

Nº	Alt.	Uso da Terra	E. U. / D. O.	Prox. C. A	P. V. H.	R. P. M/P	A. A. D	T. M. S	O. F.	C. V.
1	405m	Área Comercial e de Serviços com pavimentação asfáltica sem vegetação	Área urbana consolidada com alta densidade de ocupação	1 km	Não	Sim	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
2	425m	Área residencial com pavimentação asfáltica, com moradias de classe média sem vegetação	Área urbana em consolidação com média densidade de ocupação	1,2 km	Não	Não	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
3	415m	Área comercial com pavimentação asfáltica com vegetação de "lixão"	Área urbana consolidada com média densidade de ocupação	1,3 km	Não	Sim	Sim	Blocos de rochas, vegetação e Lixo	Sim	Não
4	420m	Área Comercial com pavimentação asfáltica sem vegetação	Área urbana consolidada com média densidade de ocupação	1,4 km	Não	Sim	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
5	407m	Área Comercial com pavimentação asfáltica sem vegetação	Área urbana consolidada com média densidade de ocupação	1 km	Não	Não	Não	Sedimentos Finos e Acúmulo de Lixo	Sim	Sim
6	370m	Área com solos expostos, moradias de baixa classe social com vegetação arbustiva, pastagem e cultivos	Área urbana em consolidação com baixa densidade de ocupação	100m	Não	Sim	Sim	Sedimentos e Vegetação	Sim	Não
7	380m	Área residencial, com moradias de classe	Área urbana em consolidação	150m	Não	Não	Sim	Sedimentos e Vegetação	Sim	Sim

		média e pavimentação asfáltica com vegetação herbácea e cultivos	com baixa densidade de ocupação							
8	400m	Área residencial e comercial de alta classe social com pavimentação asfáltica e algumas áreas de solo exposto com pouca vegetação arbustiva	Área urbana consolidada com média densidade de ocupação	10m	Não	Não	Sim	Sedimentos, Vegetação e acúmulo de lixo	Sim	Sim
9	395m	Área comercial com loteamentos e pavimentação asfáltica sem vegetação	Área urbana parcelada com média densidade de ocupação	900m	Não	Não	Sim	Sedimentos finos e acúmulo de lixo	Sim	Sim
10	430m	Área residencial com pavimentação de rocha com moradias de baixa classe social com solo exposto e vegetação arbustiva	Área urbana em consolidação com baixa densidade de ocupação	250m	Não	Sim	Sim	Sedimentos finos, acúmulo de lixo e vegetação	Sim	Sim
11	390m	Área residencial com pavimentação asfáltica e moradias de alta classe social com vegetação arbórea-arbustiva	Área urbana parcelada com baixa densidade de ocupação	250m	Não	Não	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
12	391m	Área residencial e de serviços com pavimentação asfáltica sem vegetação com áreas de solo exposto	Área urbana em consolidação com média densidade de ocupação	60m	Não	Sim	Sim	Sedimentos finos e acúmulo de lixo	Sim	Sim
13	378m	Área de lazer com vegetação arbórea-arbustiva	Área do entorno consolidada com média densidade de ocupação	180m	Não	Não	Sim	Sedimentos e Vegetação	Sim	Não
14	394m	Área residencial com pavimentação de rocha sem vegetação com moradias de baixa classe socia	Área urbana consolidada com alta densidade de ocupação	390m	Não	Sim	Sim	Sedimentos mais grosseiros, acúmulo de lixo e vegetação	Sim	Sim
15	398m	Área residencial com pavimentação de rocha, sem vegetação e moradias de baixa classe socia	Área urbana em consolidação com média densidade de ocupação	160m	Não	Não	Sim	Sedimentos mais grosseiros, acúmulo de lixo e vegetação	Sim	Sim
16	376m	Área comercial com pavimentação asfáltica sem vegetação com alguns loteamentos	Área urbana em consolidação com média densidade de ocupação	12m	Não	Não	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
17	370m	Área residencial e de serviços com pavimentação asfáltica com moradias de baixa classe social	Área urbana em consolidação com média densidade de ocupação	12m	Não	Não	Sim	Acúmulo de lixo	Sim	Sim
18	370m	Área residencial e de serviços com	Área urbana consolidada	17m	Não	Não	Sim	Acumulo de lixo e	Sim	Sim

		pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de baixa classe social	com alta densidade de ocupação					sedimentos finos		
19	367m	Área residencial com pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de baixa classe social	Área urbana consolidada com alta densidade de ocupação	25m	Não	Não	Sim	Acumulo de lixo e sedimentos finos	Sim	Sim
20	366m	Área residencial com pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de média classe social	Área urbana consolidada com alta densidade de ocupação	50m	Não	Não	Sim	Acumulo de lixo e sedimentos finos	Sim	Sim
21	373m	Área parcelada com pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de média classe social	Área em consolidação com baixa densidade de ocupação	75m	Não	Não	Sim	Sedimentos finos	Sim	Sim
22	365m	Área residencial e parcelada com pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de média classe social	Área em consolidação com média densidade de ocupação	330m	Não	Sim	Sim	Sedimentos mais grosseiros, acumulo de lixo e vegetação	Sim	Sim
23	366m	Área residencial e parcelada com pavimentação asfáltica, vegetação arbustiva e moradias de média classe social	Área em consolidação com média densidade de ocupação	200m	Não	Não	Sim	Acumulo de lixo e sedimentos finos	Sim	Sim

LEGENDA:

E. U. / D. O.: Estágio de Urbanização e Densidade de Ocupação

Prox. C. A: Próximo a Curso de Água

P. V. H.: Perda de Vida Humana

R. P. M/P: Registro de Perda Material ou Patrimonial

A. A. D: Associada a Antiga de Drenagem

T. M. S: Transporte de Material Sólido

O. F.: Ocorrência Frequente

C. V.: Comprometimento de Via

Fonte: Organizado pelo autor (2022).

Com base no Quadro 1, destaca-se que os pontos levantados estão entre as cotas altimétricas de 366m a 425m, o que indica área de relevo mais plano com mais facilidade para armazenar água. Esses pontos estão localizados em áreas comerciais, como é o caso do 1, 3, 4, 5, 9 e 16; áreas de serviços e residenciais (8, 12, 17 e 18); áreas de lazer (ponto 13); e área residencial (2, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22 e 23). Vale mencionar que, nesses pontos, as áreas possuem pouca ou nenhuma

vegetação em seu entorno, com exceção do ponto 13 e dos pontos 16 a 20, que estão localizados próximos à mata ciliar do riacho das Timbaúbas.

Com relação ao estágio de urbanização e densidade de ocupação, os pontos 1, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 18, 19 e 20, estão em áreas consolidadas; os pontos 9 e 11, em áreas parceladas (loteamentos); e os pontos 2, 6, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 21, 22 e 23, estão em áreas em consolidação, com média densidade de ocupação. Dos pontos analisados, percebe-se que apenas o ponto 5 não está associado à drenagem que foi aterrada pelo processo de urbanização, e que, dos 23 pontos, apenas o 3 e o 13 não apresentaram comprometimento da via durante algum episódio de chuva extrema.

Nenhum dos pontos apresentou perda de vida humana, apenas perdas materiais ou, em alguns casos, como apresenta algumas reportagens analisadas (Apêndice B), perdas do patrimônio, como foi o caso no episódio do dia 24/03/2003, com precipitação de 115mm: 17 casas desabaram e outras 30 ficaram sob ameaça de desabar no Parque Antônio Vieira, bairro da periferia da cidade. No dia 27/03/2020, 40 famílias ficaram desabrigadas, devido aos impactos da chuva de 133mm que ocorreu no município. Os problemas ambientais urbanos apresentaram ampla distribuição espacial e generalização na desorganização na mobilidade urbana e danos em residências e estruturas construídas, assim como interrupção de serviços (LIMA *et al.*, 2017).

6.3 SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM JUAZEIRO DO NORTE, CEARÁ

Com a aplicação do modelo HAND e sua reclassificação no Qgis 3.22, foi possível obter o mapa de suscetibilidade a inundações para o município de Juazeiro do Norte, apresentando 5 classes de suscetibilidade (Figura 22). Nota-se, a partir da análise do mapa, que os bairros que apresentaram alta e muita alta suscetibilidade a inundações estão associados à planície do rio Salgadinho, do riacho das Timbaúbas e do riacho do Touro, com destaque para os bairros: Carité, Juvêncio Santana, Salgadinho, Logradouro, São José, Frei Damião, Jardim Gonzaga, Lagoa Seca, Planalto, José Geraldo da Cruz, Campo Alegre, Tiradentes, Novo Juazeiro, Aeroporto, Limoeiro, Pedrinhas, Salesianos, Antônio Vieira, Centro, Romeiro Aureliano Pereira, Três Marias e Planalto.

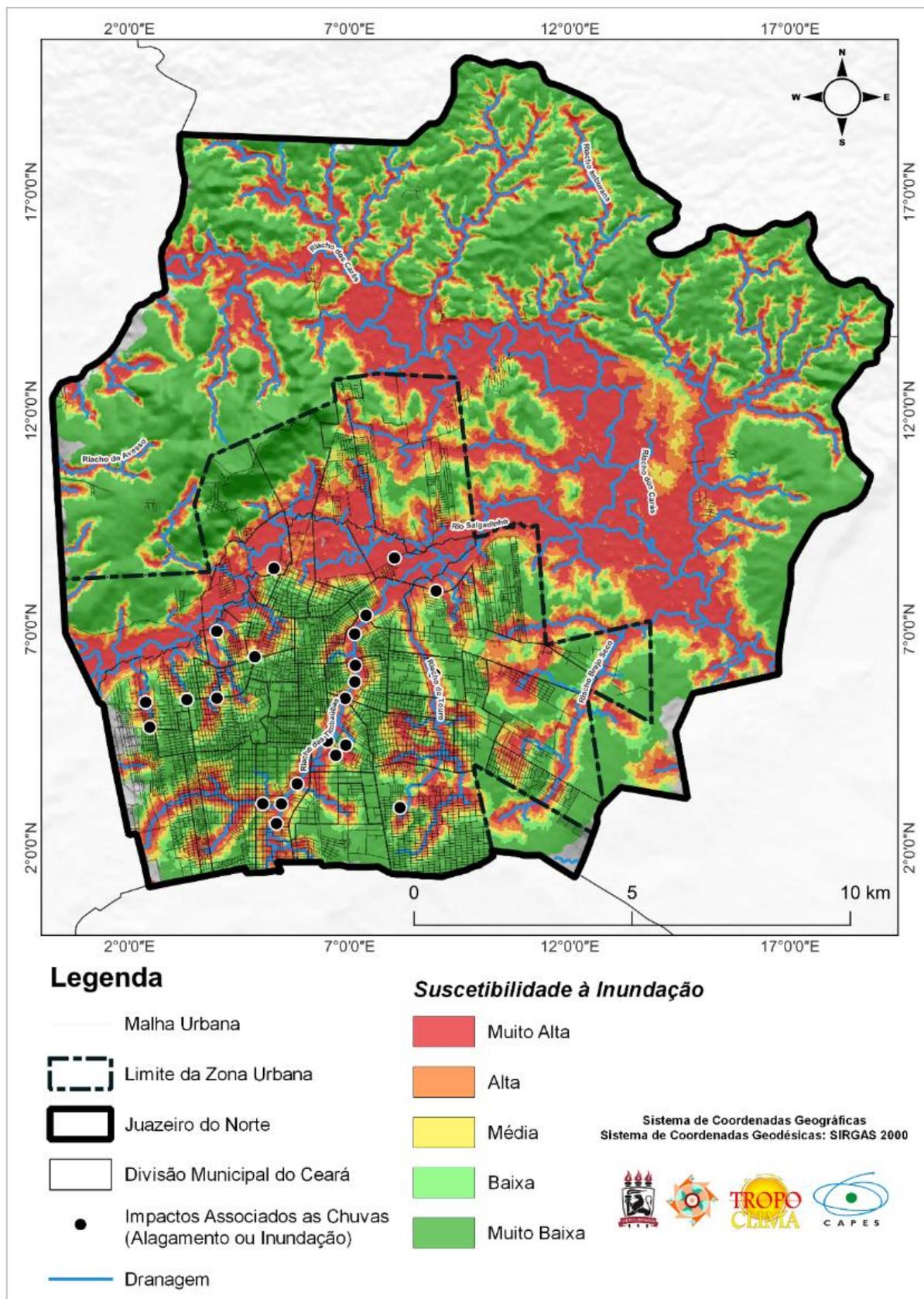
Ressalta-se que parte dessas áreas foram superestimadas pelo modelo HAND, sobretudo aqueles localizados mais próximos ao rio Salgadinho, pois o modelo tem

como princípio a determinação da variação altimétrica entre o canal e as células adjacentes, fazendo com que as áreas de menor amplitude altimétrica em relação ao rio principal sejam classificadas como alta susceptibilidade (Goerl *et al.*, 2017).

Os que apresentaram baixa suscetibilidade foram os bairros João Cabral, Santa Tereza, Pirajá, Vila Real, Franciscanos e Romeirão, que geralmente possuem problemas relacionados a alagamentos, devido a impermeabilização do solo e problemas com o sistema de drenagem do município.

A partir da ferramenta *r.report* do GRASS no Qgis, calculou-se a porcentagem da área ocupada por cada classe de suscetibilidade. Verificou-se que 38,55% da área do município não apresenta suscetibilidade a inundação, o que corresponde a classe muito baixa. Já 40,16% da área apresenta alta suscetibilidade, sendo 27,21% correspondente a classe muito alta, e 12,95% representando a classe alta na cor laranja. As classes que apresentaram menor porcentagem foram a média com 11,05% e a baixa com 9,87%.

Figura 22 – Mapa de suscetibilidade a inunda o para Juazeiro do Norte – CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Vale mencionar que as falhas apresentadas no mapa estão relacionadas ao MDT de entrada. Como acentua Monge (2018), é importante que a resolução espacial do MDT seja de qualidade e com uma boa resolução, pois esses fatores influenciam diretamente na qualidade do produto final, podendo acarretar na superestimação em algumas regiões. A partir disso, observa-se na planície do rio Salgadinho, a área do mapa que mais concentra a classe de muito alta suscetibilidade, sendo esta uma resposta à forma que o modelo opera e a qualidade do MDT de entrada.

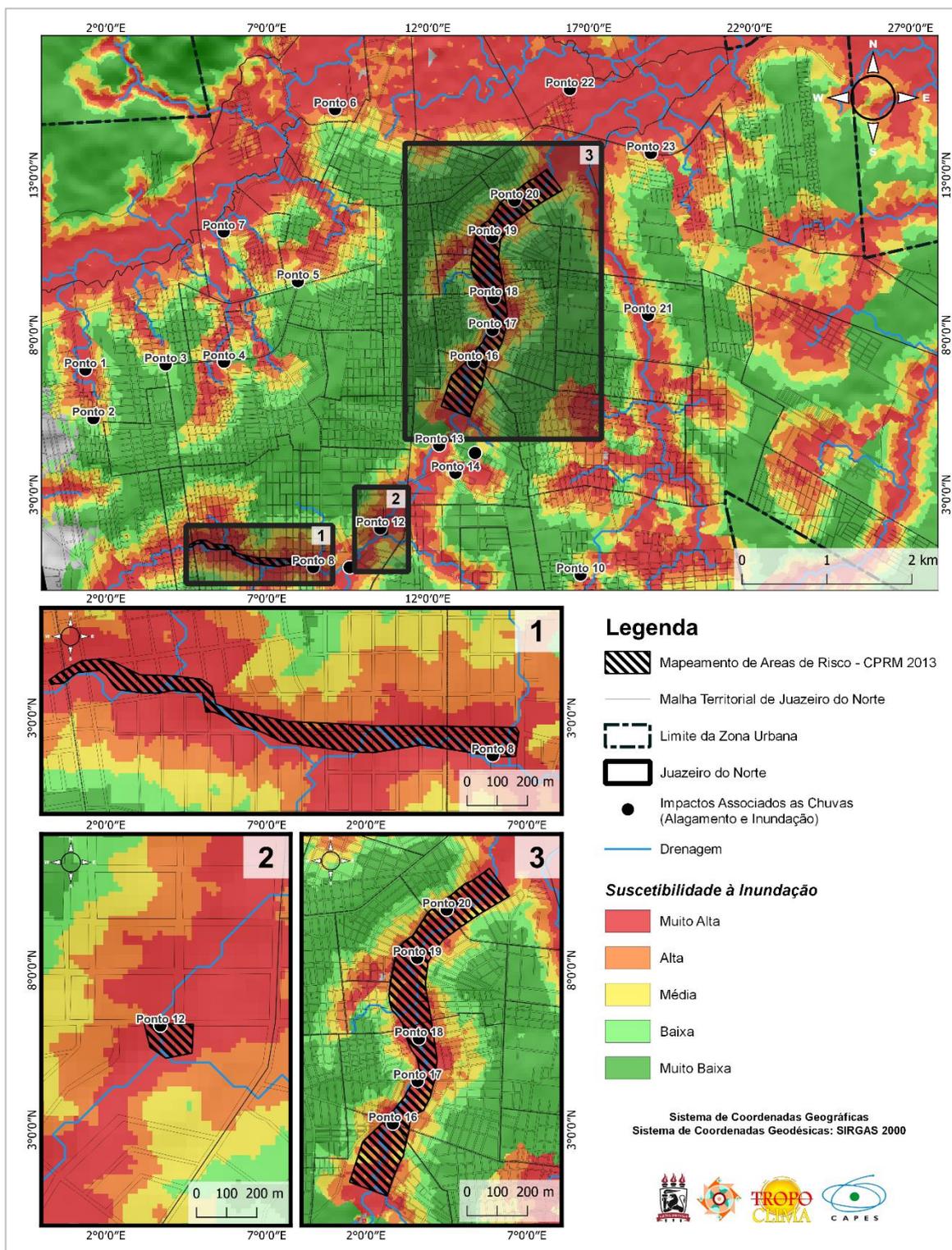
A partir do cálculo de suscetibilidade especificamente na zona urbana do município – área delimitada pelo tracejado no mapa –, obteve-se as seguintes porcentagens: muito alta correspondendo a 25,60%; alta com 15,21%; média com 12,71%; baixa com 10,68% e muito baixa com 35,46%. Percebe-se, ao se comparar com os valores de área calculado para todo município, que, para zona urbana, as classes alta, média e baixa apresentaram porcentagem maior, com diferença de 2,26%, 1,66% e 0,81% respectivamente; já as classes muito baixa (3,09%) e muito alta (1,61%) apresentaram porcentagem inferior à primeira análise, considerando que as áreas não urbanizadas representam uma parte significativa para essas classes.

6.3.1 Validação do modelo e análise de pontos significativos susceptíveis à inundação

A fim de validar o modelo, assim como realizado por Milanesi *et al.* (2017), cruzou-se as classes geradas pelo modelo HAND com o registro de impactos associados às chuvas, como podemos perceber no mapa. Ao sobrepor os pontos nas manchas de suscetibilidade a inundação, notou-se que dos 23 pontos encontrados a partir das reportagens de jornais, 19 estão inseridos nas classes de muito alta e alta suscetibilidade, tendo relação direta com episódios de inundação recorrente no município. Quatro (4) desses pontos estão associados a episódios de alagamento, ocasionado por deficiência de infraestrutura urbana, que são os pontos 2, 3, 5 e 10.

Ainda com intuito de validar as manchas de suscetibilidade à inundação, geradas pelo modelo HAND, utilizou-se a setorização de áreas de alto e altíssimo risco à inundação mapeadas pela CPRM, no ano de 2013, com intuito de comparar com o que foi posto pelo modelo (Figura 23), analisando de forma detalhada os pontos, relacionados aos impactos associados, que foram identificados dentro desses setores.

Figura 23 – Relação das áreas mapeadas pela CPRM (2013) com a suscetibilidade a inundações gerada pelo HAND para Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Verifica-se, ao analisar o mapa, que os setores apontados pela CPRM como de alto e altíssimo risco à inundação correlacionam-se com as classes geradas pelo HAND, bem como algum dos pontos levantados a partir da análise dos impactos estão

sobrepostos nessas áreas, o que valida o modelo criado para Juazeiro do Norte, especialmente para a zona urbana.

Freitas (2013) aponta o setor 1 (um) como uma área de risco a enchente e inundação condicionada pela deficiência de macrodrenagem urbana nos bairros Lagoa Seca e Jardim Gonzaga e inexistência de mata ciliar. No ano em que a setorização foi realizada (2013), identificou-se aproximadamente 65 imóveis e 260 pessoas em risco. Foram propostas medidas de intervenção, como: remoção das pessoas em caso de chuvas intensas; impedir lançamento de lixo e esgoto em superfície; recuperar mata ciliar e obras de drenagem e saneamento.

Atualmente, dez anos depois, percebe-se que não foram realizadas as medidas propostas e que as edificações na área aumentaram de maneira considerável devido ao desenvolvimento do município, e que os problemas relacionados à drenagem continuam a acontecer no setor devido a expansão das ocupações, como observa-se no entorno do ponto 8, localizado dentro do setor 1 (um) (Figura 24).

Figura 24 – Uso e ocupação do ponto 8 na rua Arnóbio Barcelar Caneca, no bairro Lagoa Seca em Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao analisar a Figura 24, percebe-se a densidade de ocupação no entorno do ponto e que grande parte das edificações estão inseridas em áreas muito susceptíveis

a inundação, devido a uma macrodrenagem que cruza essa área residencial, o que explica a ocorrência frequente de pontos de alagamento e inundações no local noticiados nas reportagens de jornais (Figura 25).

O Site Miséria (2021), ao entrevistar moradores do local, destacou o desconforto da população com o problema, por impedir a locomoção dos mesmos aos locais de trabalho, gerando danos materiais e risco a saúde devido a lâmina d'água acumulada neste ponto. Assim como na análise de Santos *et al.* (2017) para o município de Cáceres – MT –, a dinâmica urbana se torna comprometida, pois esses espaços estão em áreas inundáveis naturalmente, como tomados por atividades humanas, principalmente as ligadas à urbanização, o que contribui para agravar o quadro descrito.

Figura 25 – Problemas de drenagem na rua Arnóbio Barcelar Caneca em Juazeiro do Norte - CE



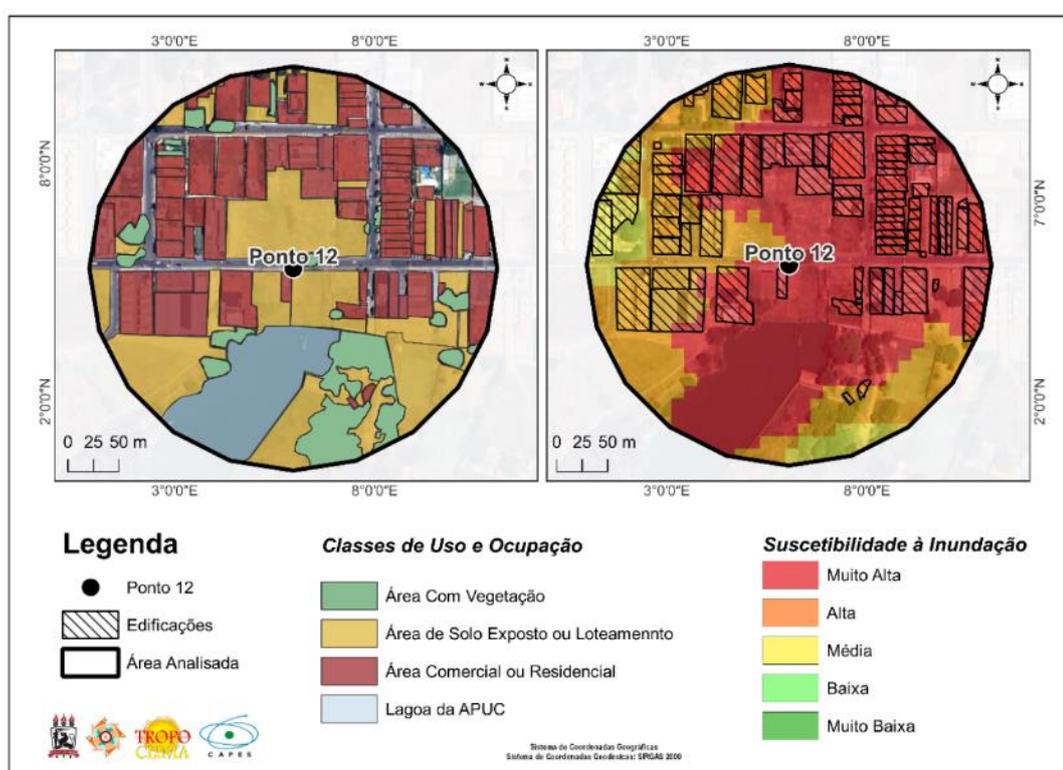
Fonte: Guto Vital/Site Miséria e acervo pessoal do autor (2021).

O setor 2 (dois) está localizado no bairro Lagoa Seca. É uma área de risco de inundações no entorno de uma lagoa, com construções muito próximas à margem desta, que já foi parcialmente aterrada para construção de casas. No período do mapeamento, constava com aproximadamente 10 imóveis e 26 pessoas em situação de risco (FREITAS, 2013). As mesmas medidas propostas para o setor 1 (um) foram

propostas para este, com exceção de uma que sugere evitar o avanço da ocupação próximo às margens da lagoa.

Assim como no setor apresentado anteriormente, as medidas não foram executadas pelo município e essa é uma das áreas que mais registra a ocorrência de inundação. Ressalta-se também que essa área vem se tornando uma área densamente ocupada com residências, comércios e áreas de lazer, como apresenta a Figura 26.

Figura 26 – Uso e ocupação do ponto 12 na Av. Plácido Aderaldo Castelo, no bairro Lagoa Seca em Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observa-se, a partir da Figura 26, que as edificações no entorno desse ponto estão nas áreas indicadas como alta e muita alta suscetibilidade, notando que o avanço da ocupação no entorno da lagoa não foi minimizado pela gestão municipal, pois o local apresenta áreas residenciais e comercial em expansão. O jornal O Povo (2019), ao noticiar um episódio de inundação que ocorreu no dia 28/03/2019, salienta a recorrência do problema no local, mesmo quando não ocorrem chuvas expressivas, ocasionando interrompimento no cruzamento entre a avenida Plácido Aderaldo Castelo e a rua Possidônio Bem, devido ao grande volume d'água na pista (Figura 27).

Figura 27 - Inundação na Av. Plácido Aderaldo Castelo devido ao transbordamento da lagoa da APUC em Juazeiro do Norte – CE



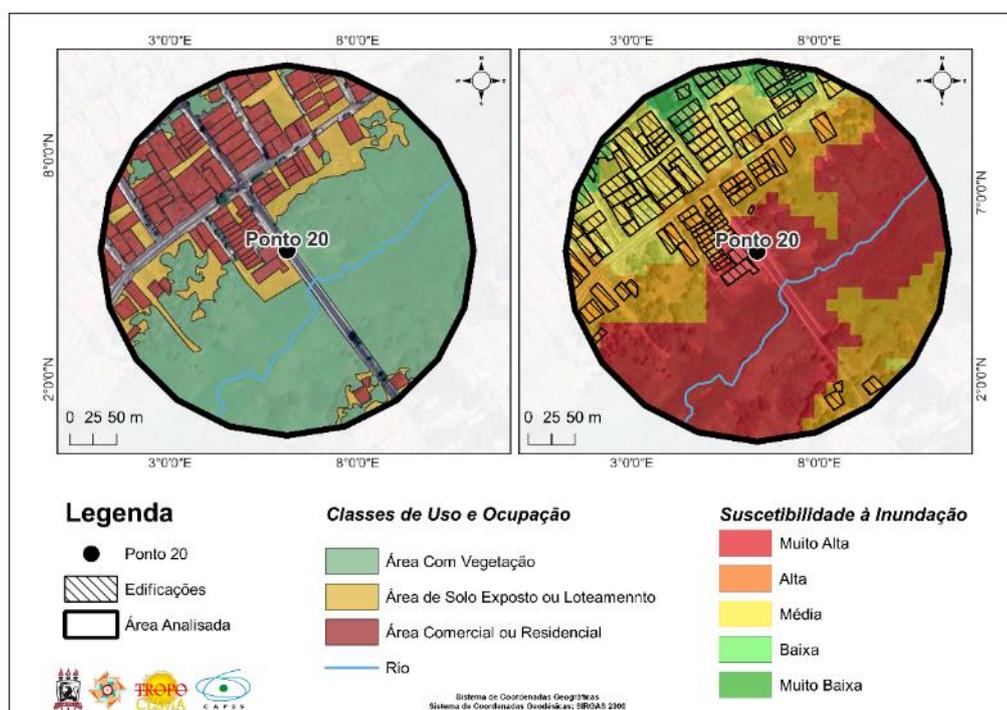
Fonte: O POVO (2019) e acervo pessoal do autor (2021).

Já o setor 3 (três), é o maior setor mapeado, e, assim como o setor 1 (um), é afetado pela deficiência de uma macrodrenagem urbana e por ser densamente ocupada de forma desordenada. Ele está localizado entre os bairros Timbaúbas, José Geraldo da Cruz, Pirajá, Romeirão e Limoeiro. O setor possui a inexistência de tratamento de esgoto, com lançamento de águas servidas no rio, o que desencadeia o risco de contaminação das águas subterrâneas, apresentando também acúmulo de lixo lançado no canal de drenagem, contribuindo para a origem de doenças de veiculação hídrica.

Ainda neste viés, este setor, no período analisado, apresentou 300 imóveis e 1200 pessoas em situação de risco (FREITAS, 2013). Assim como nos outros setores, Freitas (2013) evidencia que foram propostas medidas para mitigação, como remoção das pessoas em caso de chuvas intensas, evitar o avanço da ocupação próximo ao canal e recuperação da mata ciliar. Em específico para esse setor, foi sugerida a execução de obras de drenagem e de saneamento, assim como também, o não lançamento de resíduos sólidos e acúmulo de lixo no canal de drenagem.

O poder municipal não atendeu ao que foi sugerido pela CPRM em nenhuma das gestões até o presente período. Os problemas com inundação ainda são recorrentes. Em algum dos trechos, foram realizadas obras de drenagem, mas percebe-se que a área ainda está em consolidação e que a rede de esgoto continua sendo lançada na rede de drenagem, assim como o lixo. A partir da Figura 28, que representa o entorno do ponto 20, nota-se o avanço das edificações aos setores de alta suscetibilidade a inundação, o que gera preocupação pelo aumento de pessoas expostas a esse risco. Costa e Nora (2018) salientam que no percurso desses canais hídricos, as áreas verdes não são suficientes para evitar problemas relacionados às inundações, além da degradante situação das águas que correm abertamente.

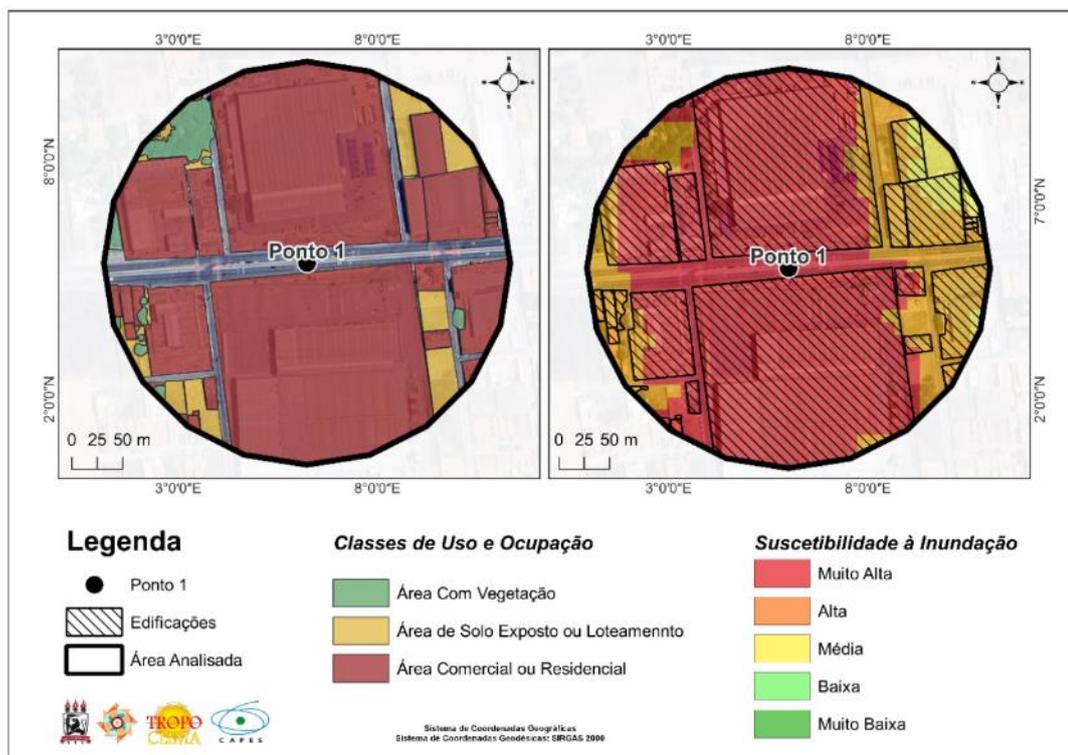
Figura 28 - Uso e ocupação do ponto 20 na Av. Virgílio Távora, no bairro Aeroporto em Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Vale ainda mencionar também o ponto 1 – Atacadão –, que, apesar de não estar associado a um dos setores mapeados pela CPRM como área de alto ou altíssimo risco, representa uma área com registro de muitos episódios de alagamento e inundação. Ao observar a Figura 29, percebe-se que o entorno do ponto se refere a uma área comercial com algumas residências contendo vegetação mínima, sendo um setor de alta suscetibilidade a inundação, apontado pelo resultado da aplicação do modelo HAND, tendo sua veracidade comprovada pelas notícias de jornais.

Figura 29 - Uso e ocupação do ponto 1 na Av. Padre Cicero, no bairro São José em Juazeiro do Norte - CE



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com as reportagens de jornal (Apêndice B), o problema é recorrente nesse ponto. Mesmo com chuvas não muito expressivas, o local registra pontos de alagamento e de inundação, como foi o caso do dia 23/03/2019 (Figura 30, imagens A e C), que acabou inviabilizando o trânsito na Av. Padre Cicero. O Diário do Nordeste (2022) ressalta que, em nota, a Secretaria de Infraestrutura do município menciona que reconhece que os pontos de alagamento são históricos, mas justifica dizendo que, para solucionar o problema, demanda obras de considerável investimento.

Vale enfatizar que essa não é uma realidade apenas de Juazeiro do Norte, mas sim, de inúmeras cidades brasileiras. Esses eventos, que desencadeiam os alagamentos e as inundações, se caracterizam pela imprevisibilidade, embora aconteçam com mais frequência na quadra chuvosa, dependendo não apenas do acúmulo de chuva, mas também dos aspectos físico-ambientais de onde esses acontecem (MACÊDO; SANTOS, 2021). Pontua-se, também, a relação conflituosa da sociedade com os rios, manifestando-se nas ocupações irregulares, no lançamento de dejetos e resíduos domésticos e industriais, na veiculação de doenças, na ocorrência de enchentes, entre outras (TOURINHO *et al.*, 2021).

Figura 30 – Impactos das chuvas registrado no ponto 1 – Atacadão, no bairro São José em Juazeiro do Norte – CE



Fonte: CETV 1ª Ed. e acervo pessoal do autor.

Ressalta-se, novamente, que o plano diretor, no artigo 85, da lei nº 2.570, de 08 de setembro de 2000, orientava que não ocupasse, no município, áreas sujeitas a inundação, antes de tomadas as providências adequadas. Essa recomendação, no entanto, não vem sendo realizada no município, pois, muitos dos loteamentos (áreas de expansão urbana) estão localizados em áreas susceptíveis a inundação. Essas questões levantadas mostram a eficiência do modelo HAND no mapeamento de suscetibilidade a inundação, principalmente para o município de Juazeiro do Norte, com a necessidade, para melhor representação da realidade, de imagens com alta resolução espacial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados mostraram que, a partir das definições dos limiares de precipitação para cada intervalo quantílico, foi possível classificar e identificar os anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos. A análise anual identificou ciclos úmidos e secos, com destaque para os anos de 2004 e 2011 como os mais chuvosos, e os anos de 1993, 2012 e 2016 como os mais secos. Na escala mensal, observou-se que as chuvas se concentram nos primeiros meses do ano, especialmente durante a quadra chuvosa, com março sendo o mês mais chuvoso. Os meses de agosto, setembro, outubro e novembro são considerados como o período seco com altas temperaturas. Em dezembro, com a atuação do VCAN e a expansão das massas de ar úmidas continentais, as chuvas voltam a ocorrer, marcando a pré-estação chuvosa.

Na escala diária, foram definidos limiares de chuva para diferentes categorias de intensidade, variando de extremamente fraca a extremamente forte. Os eventos de chuva forte foram os mais frequentes, seguidos pelos eventos muito fortes e extremamente fortes. Esses eventos ocorreram principalmente durante o período chuvoso, entre janeiro e maio, com uma diminuição no período seco, principalmente em agosto, setembro e outubro, e um aumento considerável em novembro e dezembro. Em relação à gênese dos eventos extremos diários de precipitação, percebeu-se a influência da ZCIT, sobretudo no mês de março, bem como atuação da ASAS, que proporcionam o escoamento dos alísios de sudeste em direção a ZCIT e, ao avançar sobre o interior nordestino, contribuem para a formação de grandes células convectivas, típicas de CCM. Aponta-se, também, o deslocamento do VCAN, posicionado sobre o Oceano Atlântico, causando o aumento das chuvas durante o mês de janeiro.

As observações e as constatações acerca da distribuição dos impactos registrados nas reportagens dos jornais possibilitaram identificar os bairros mais afetados pelas chuvas em Juazeiro do Norte. A partir desta, observou-se que o bairro Lagoa Seca apresentou o maior número de registros, totalizando 19 ocorrências, seguido pelo bairro São José, com 10 registros. Foi identificado que os impactos associados a estes ocorrem devido à ocupação irregular na planície dos rios e dos riachos, principalmente no Riacho Timbaúbas, e ao aterramento de antigos riachos, como no caso do bairro São José e parte do bairro Lagoa Seca. Os principais impactos

relatados são alagamentos e inundações, e os bairros mais afetados são aqueles que bordejam o Riacho das Timbaúbas no mesmo município.

O estudo realizado sobre a suscetibilidade a inundações em Juazeiro do Norte, Ceará, trouxe importantes informações para compreender e enfrentar os desafios relacionados a esse tipo de desastre na região. Por meio da análise dos resultados, ficou evidente que os bairros situados nas planícies dos rios Salgadinho, Timbaúbas e Touro são particularmente suscetíveis à inundações. No entanto, é importante destacar que o modelo HAND utilizado apresentou algumas superestimativas, principalmente nas áreas próximas ao rio Salgadinho, devido a classificações incorretas de áreas de menor amplitude altimétrica como de alta suscetibilidade. Isso ressalta a necessidade de aprimorar o modelo, incorporando outras variáveis relevantes, a fim de obter resultados mais precisos e confiáveis.

Apesar das limitações, a validação do modelo com base nos registros de impactos relacionados a chuvas e na comparação com os mapas de risco de inundação da CPRM, demonstrou uma correlação satisfatória entre as áreas identificadas como de alto risco pelo modelo HAND e as áreas com histórico de inundação. Essa constatação confirma a utilidade e eficácia do modelo como uma ferramenta preliminar para identificar áreas vulneráveis e orientar ações preventivas e de mitigação de desastres.

É importante ressaltar que além da suscetibilidade natural do terreno, os problemas de alagamento em alguns bairros de Juazeiro do Norte estão relacionados à impermeabilização do solo e à deficiência no sistema de drenagem urbana. Portanto, é essencial considerar não apenas a suscetibilidade, mas também fatores urbanos e de infraestrutura ao planejar medidas de adaptação e gestão de riscos.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que as autoridades municipais e os órgãos responsáveis pela gestão de desastres em Juazeiro do Norte priorizem a implementação de ações que visem reduzir a vulnerabilidade das áreas identificadas como de alta suscetibilidade. Essas ações podem incluir melhorias na infraestrutura de drenagem, controle do uso e ocupação do solo e educação da população em relação aos riscos e medidas de segurança. Além disso, é fundamental dar continuidade às pesquisas e aprimorar o modelo HAND, incorporando mais variáveis relevantes e validando-o com dados de campo.

Em última análise, o estudo da suscetibilidade a inundações em Juazeiro do Norte é um passo crucial na busca por uma melhor compreensão e preparação para

lidar com esse tipo de desastre. Com o auxílio da integração de dados e de técnicas avançadas, espera-se que a gestão municipal, a partir de parcerias com outras esferas de poder, possa desenvolver políticas públicas, promover a segurança da população e minimizar os impactos das inundações em Juazeiro do Norte, levando em conta os atores sociais e as condições físico-ambientais do sítio urbano, minimizando a ocorrência desses impactos e a ocupação irregular desses locais com alta suscetibilidade, a partir de medidas estruturais e não estruturais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. E. P. et al. Assessing the capacity of large-scale hydrologic-hydrodynamic models for mapping flood hazard in southern Brazil. Scientific/Technical Article. **RBRH** 27, 2022.
- AMARAL, M.; ASCENCIO, C.; CRISTOBAL, E. Indicadores para análise das narrativas jornalísticas sobre desastres: em busca de invisibilidades e saliências. Chasqui. **Revista Latinoamericana de Comunicación**, 0(144), 125-140, 2020.
- AMORIM, M. C. C. T. **Aspectos conceituais e práticos da pesquisa em clima urbano**. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e ensaios da climatologia geográfica. Dourados: UFGD, p. 61-82. 2012.
- AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar**. In: XIV Encuentro de Geógrafos da América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos. Anais... Lima/Peru: UGI, p. 1-18. 2013.
- ANDRADE, M. C. O. **A Terra e o Homem No Nordeste**. 7. ed. São Paulo: Cortez, p.334, 2005.
- ARMOND, N. B. **Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. p.239, 2014.
- ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Entre Eventos E Episódios: Ritmo Climático E Excepcionalidade Para Uma Abordagem Geográfica Do Clima No Município Do Rio De Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017. DOI: 10.5380/abclima.v20i0.49792. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13951>. Acesso em: 7 mar. 2022.
- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. B. Geoci. **Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, maio/nov. 2007.
- BAHIA, D. S. G.; VASCO, A. N. ; SOUZA, I. F. **Determinação de áreas naturalmente suscetíveis a inundação utilizando análise multicritério no município de Aracaju, SE**. In: SILVEIRA, J. H.P. (Org.). Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia. 1ªed.Belo Horizonte, MG: Poisson, 2021, v. 0, p. 40-51.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. **Bacias Hidrográficas Urbanas**. In: GUERRA, A. T. (ORG.). Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 71-115.
- BRAGA, S.E., WANDERLEY, R.A., HOLANDA, T.F., CALDAS, A.M. Aplicação da Análise Hierárquica para mapeamento de risco de inundação: O caso no município de Limoeiro (Pernambuco - Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.1, p.57- 66, 2020
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- BRITO, D. S; SILVA, J. M. O. Análise Hidroclimática Da Microbacia Do Rio Granjeiro/Crato Ceará. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.359 – 369, 2012.

- CARDOSO, C; SILVA, M. S; GUERRA, A. J. T. **Geografia e os riscos socioambientais**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1. ed. p. 207, 2020.
- CARNEIRO, P. R. F. e MIGUEZ, M. G. **Controle de inundações em bacias hidrográficas metropolitanas**. São Paulo: Annablume, 2011
- CARVALHO, L. M. V; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. *In: Tempo e Clima no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, v. 2, cap. 2, p. 95 – 111, 2009.
- CARVALHO-NETA, M. L.; CORRÊA, A. C. B.; SILVA, D. G. Esboço geomorfológico do Geopark Araripe/CE como ferramenta para a geoconservação. **Anais do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Maringá –PR, 2016.
- CASTELHANO, F. J.. **O Clima e as Cidades**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, v. 1. p.260, 2020.
- CEARÁ, Companhia de Recursos Hídricos. **Comitês de Bacias Hidrográficas**. Fortaleza/CE, 2019. Disponível em: <<https://portal.cogerh.com.br/comites-de-bacias-hidrograficas/>>. Acesso em: 15 junho de 2020
- CEARÁ, Governo do Estado. Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Juazeiro do Norte**: Plano de Estruturação Urbana, 2000. Disponível em: <https://juazeiro1.websiteseuro.com/site/midia/9158/LEI%20N%C2%BA%202570-2000%20PARCELAMENTO%20E%20USO%20DO%20SOLO%20URBANO.pdf>. Acesso em: 03 mai, 2022.
- CEPED/UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 – **Volume Brasil**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC. 114 p., 2013a.
- CEPED/UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 – **Volume Ceará**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC. 114 p., 2013b.
- CHAGAS, D. B. **Litoestratigrafia da Bacia do Araripe**: reavaliação e propostas para revisão. 2006. 112 f. il. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- CHRISTIAN, A. K; DOVI, B. D; AKPALU, W; CODJOE, S. N. A. Households' socio-demographic characteristics, perceived and underestimated vulnerability to floods and related risk reduction in Ghana. **Urban Climate**, Volume 35, p. 1 – 11, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100759>.
- COSTA, R. S.; MONTEIRO, J. B. Secas, Inundações E Desastres Socionaturais Associados: Uma Análise Estatística De Períodos Secos E Chuvosos Em Hidrolândia-Ce. **REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE**, v. 7, p. 131-139, 2021.
- COSTA, J. M. L. M.; NORA, D. L. C. C. **Os Rios Urbanos De Erechim**: Médio Tigre. VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS. v. 8 n. 1, 2018.
- DELLA CAVA, Ralph. **Milagre em Joazeiro**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.
- CPTEC/INPE. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil, vol. 19, 2004. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>> Acesso em: 26/11/2022

_____. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil, vol. 23, 2008. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/> > Acesso em: 26/11/2022

_____. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil, vol. 26, 2011. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/> > Acesso em: 26/11/2022

DIAS, M. A. F; ROZANTE, J. R; MACHADO, L. A. **Complexos Convectivos de Mesoescala na America do Sul**. In: Tempo e Clima no Brasil. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, v. 2, cap. 12, p. 181 – 194, 2009.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Forte chuva de 127 milímetros causa transtornos em Juazeiro do Norte**: Ruas e avenidas ficaram alagadas e crateras foram abertas em alguns bairros. A Secretaria de Infraestrutura disse que não "houve danos graves". Ceará, 2022. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/forte-chuva-de-127-milimetros-causa-transtornos-em-juazeiro-do-norte-veja-imagens-1.3293501>. Acesso em: 13/01/2023.

DU, H.; ALEXANDER, L. V.; DONAT, M. G.; LIPPMANN, T.; SRIVASTAVA, A.; SALINGER, J. et al. **Precipitation From Persistent Extremes is Increasing in Most Regions and Globally**. .Geophysical Research Letters,46, p.6041–6049, 2019.

DUARTE, C. C. **Eventos extremos de chuva e análise da suscetibilidade a movimentos de massa no município do Ipojuca-PE**. f.275,2015. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.

DUARTE, C. C.; NÓBREGA, R. S.; COTINHO, R. Q. Análise climatológica e dos eventos extremos de chuva no município do Ipojuca, Pernambuco. **Revista de Geografia (UFPE)**. V. 32, No. 2, 2015

ESPINOLA, I. B; RIBEIRO, W. C. **Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros**. Cad. Metrop., São Paulo, v. 22, n. 48, pp. 365-395, maio/ago 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4802>.

ESTEVIÃO, G. S. **Sensoriamento Remoto Como Contribuição Ao Estudo Das Ilhas De Calor De Superfície Em Juazeiro Do Norte, Ceará**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Geografia, Fortaleza, p. 144, 2016.

FRANCO, A. B. R. C.; MAGALHÃES, P. C.; REZENDE, O. M.; MIRANDA, F. M.; MIGUEZ, M. G. **Propostas de mitigação de cheias urbanas com uso de modelagem em bacia litorânea. Estudo de caso: bacia do rio guerenguê-arroio pavuna**. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu - PR, 2019.

FBDS. **Mudanças Climáticas E Eventos Extremos No Brasil**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. p.39, 2009.

FERREIRA, N. J.; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A. **Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que Atuam na Vizinhança do Nordeste do Brasil**. In: Tempo e Clima no Brasil. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, v. 2, cap. 3, p. 43 – 60, 2009.

FIALHO, E. S. **Estudos Climáticos Em Sítios Urbanos E Rurais**. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica. 1ed.Dourados: UFGD, 2012, v. 1, p. 83-114.

FREITAS, L. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Juazeiro do Norte, CE. Relatórios Técnicos - CPRM, out, 2013.

FREITAS, R. B. **Estudo E Cadastro De Áreas De Risco De Inundação Na Área Urbana Do Município De Restinga Sêca-Rs**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Centro De Ciências Naturais E Exatas, Programa De Pós-Graduação Em Geografia, p.133, 2017.

FREITAS, T.P.F. O Clima urbano das cidades e suas interações com a Arquitetura e a Geografia. **OBSERVATORIUM**: Revista Eletrônica de Geografia, v. 9, p. 262-272, 2018.

FUNCEME. **Tendência Climática Para o Período de Fevereiro a Maio de 2004**. VI WORKSHOP INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO CLIMÁTICA PARA A REGIÃO, 2004. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 25/11/2022

_____. **Zoneamento geoambiental do estado do Ceará**: Parte II: Mesorregião do sul cearense. Fortaleza, 2006.

_____. **FUNCEME realiza X Workshop Internacional de Avaliação Climática**: divulga prognóstico para a estação chuvosa de 2008. Informativo Bimestral da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2008. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 25/11/2022

_____. **XIII WORKSHOP INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO CLIMÁTICA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO**. Departamento de Meteorologia da FUNCEME, Fortaleza, 19 de janeiro de 2011. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 25/11/2022

_____. **XXII Workshop Internacional de Avaliação Climática para o Semiárido Nordeste Prognóstico Climático para o Ceará Trimestre Fevereiro, Março e Abril de 2020**. FUNCEME, Fortaleza, 21 de janeiro de 2020. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 25/11/2022

GIRÃO, I. R. F. **Debata conceitual sobre vulnerabilidade social e suscetibilidade aos riscos**. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM R. R.. (Org.). Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. 1ed.Campinhas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017.

GIRD+10. **Caderno técnico de gestão integrada de risco e desastres**. Ministerio do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Brasília, DF. 1. ed, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10__.pdf. Acesso em: 28/10/2022.

GOERL, R. F.; MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M. Flood hazard mapping with Hand model and its performance analysis under different spatial resolution. **Revista brasileira de cartografia**. Vol. 69, n. 1 (2017), p. 61-69

GOERL, R.F., KOBAYAMA, M., PELLERIN, J.R.G.M.. **Proposta Metodológica para Mapeamento de Áreas de Risco a Inundação: Estudo de Caso do Município de Rio Negro – SC**. Boletim de Geografia 30, 81-100, 2012.

GONÇALVES, L. S. M; TEIXEIRA, B. A. N. **Identificação de publicações sobre dispositivos de drenagem urbana sustentáveis e chuvas de projeto**. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2021,

Maceió. Anais...Porto Alegre: ANTAC, 2021.p. 79-86. Disponível em:
<https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14>

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador – Bahia**. 1992. 269 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. p.69-92. In: MONTEIRO, C. A F.; MENDONÇA, F. (Orgs). *Clima Urbano*. São Paulo: Editora Contexto, 2ªed. p. 192, 2015.

GOUDARD, G. **Eventos pluviais extremos e riscos hidrometeorológicos híbridos na Bacia do Alto Iguaçu (Paraná)**. 236f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de pós-graduação em Geografia - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

HORA, S. B.; GOMES, R. L. **Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA**. *Sociedade & Natureza* [online]. 2009, v. 21, n. 2 [Acessado 7 Julho 2022] , pp. 57-75.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**.2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores**. Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro. IBGE, 2016.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2018. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/pesquisa/38/0?ano=2000>> Acesso

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2014. **Cambio climático 2014: Informe de síntesis**. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, p. 157. In press.

IPCC AR6 (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V., P. ZHAI, A. PIRANI, S. L. CONNORS, C. PÉAN, S. BERGER, N. CAUD, Y. CHEN, L. GOLDFARB, M. I. GOMIS, M. HUANG, K. LEITZELL, E. LONNOY, J.B.R. MATTHEWS, T. K. MAYCOCK, T. WATERFIELD, O. YELEKÇI, R. YU AND B. ZHOU (Eds). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021, 41 pp.

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). **Juazeiro do norte: perfil básico do município**. Fortaleza/CE. 2017. Disponível em:<www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em 28 de maio de 2022.

JIA, G., E. SHEVLIKOVA, P. ARTAXO, N. DE NOBLET-DUCOUDRÉ, R. HOUGHTON, J. HOUSE, K. KITAJIMA, C. LENNARD, A. POPP, A. SIRIN, R. SUKUMAR, L. VERCHOT. 2019. **Land-climate interactions**. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas*

fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. et al. (eds.)]. In press.

LAKATOS, M.; SZENTES, O.; CINDRIĆ KALIN, K.; NIMAC, I.; KOZJEK, K.; CHEVAL, S.; DUMITRESCU, A.; IRAS, OC, A.; STEPANEK, P.; FARDA, A.; et al. **Analysis of Sub-Daily Precipitation for the PannEx Region. Atmosphere** 2021, 12, 838. <https://doi.org/10.3390/atmos12070838>

LEAL, M. **Cheias e inundações urbanas: tipos, características e danos materiais**. In: Água e Território: um tributo a Catarina Ramos, Publisher: Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa, 2019. 10.33787/CEG20190011.

LICCO, E. A.; S. F. MAC DOWELL, S. F. **Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança**. Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Sustentabilidade. São Paulo: Centro Universitário Senac, Vol. 5 nº. 3, 2015.

LIMA, A. P.; AMORIM, M. C. C. T. **Análise de episódios de alagamentos e inundações urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 15, p. 182-204, 2014.

LIMA, F. J. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará**. Programa de Pós-Graduação em Geografia (Tese de Doutorado), Departamento de Ciências Geográficas – UFPE. Recife-PE, p.192, 2015.

LIMA, J. S. Q.; SANTOS, J. O.; ZANELLA, M; E. Impactos das chuvas na cidade de Fortaleza no triênio 2013, 2014 e 2015. **territorium**, p. 5-22, 2018.

LIMA, G. G.; RIBEIRO, S. C. **Geomorfologia e Paisagem do município de Juazeiro do Norte/CE: relações entre a natureza semiárida e os impactos antrópicos**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.520 –530, 2012.

LIMA, N. R.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano no Brasil: Análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro**. Revista GeoNorte, v. 1, p. 626-638, 2012.

LOHMANN, M. **Regressão Logística E Redes Neurais Aplicadas À Previsão Probabilística De Alagamentos No Município De Curitiba, PR**. Programa De Pós-Graduação Em Geografia (Tese de Doutorado) UFPR, Curitiba, PR, p.231, 2011.

LOMBARDO, M. L.; FRUEHAUF, A. L.; P. R. M. PELLEGRINO. **Clima urbano nas metrópoles e seus impactos ambientais**. Brazilian Journal of Development ISSN: 2525-8761 Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.1, p.434-448jan. 2022.

LYRA, M.J.A; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; FREITAS, I.G.F. Características dos Complexos Convectivos de Mesoescala no Nordeste Brasileiro. **Rev. bras. Meteorol.** 35 (spe) • Oct-Dec 2020 • <https://doi.org/10.1590/0102-7786355000001>

MACÊDO, J. A.; SANTOS, J. O. Caracterização de eventos máximos de precipitação no semiárido cearense. **Paper do Naea** 2021, Volume 30, Ed. 528, n. 1, 2021.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. **Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Ambiente & Sociedade [online]. 2004, v. 7, n. 2, pp. 95-110, 2005.

- MEDEIROS, M. D. **Eventos hidroclimáticos extremos e vulnerabilidade socioambiental a inundações no Baixo-Açu – RN**. 2018. 207 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P. **Zona de Convergência Intertropical do Atlântico**. In: **Tempo e Clima no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, v. 2, cap. 2, p. 25 – 41, 2009.
- MENDONÇA, F. **Clima e Planejamento Urbano em Londrina**. In: Monteiro, C. A. F.; Mendonca, F. (Org.) **Clima Urbano**. 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2015.
- MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas**: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*, v. 7, n. 1, número especial, out. p. p. 111-118, 2011.
- MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M. **Riscos Híbridos**. In: Mendonca, F. (Org.) **Riscos Híbridos**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
- MENDONCA, F.; ROSEGHINI, W. F. F. **Eventos climáticos extremos: Uma abordagem a partir dos riscos e vulnerabilidades socioambientais**. In: Charlei Aparecido da Silva e Edson Soares Fialho. (Org.). **Concepções e ensaios da climatologia geográfica**. 1ed.Dourados: UFGD, 2012, v. 1, p. 209-232.
- MENDONÇA, V. M.; AMORIM, M. C. C. T. **Estudo dos impactos da precipitação no ambiente urbano de Presidente Prudente-SP**. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos - Porto Alegre, 2010, Porto Alegre. *Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos - Porto Alegre*, 2010.
- MENGUE, V. P.; SCOTTÁ, F. C.; SILVA, T. S.; FARINA, F. **Utilização do Modelo HAND para mapeamento das áreas mais suscetíveis à inundação no Rio Uruguai**. *Pesquisas em Geociências*, 43 (1): 41-53, jan./abr. 2016.
- MILOGRANA, J. **Estudo de Medidas de Controle de Cheias em Ambientes Urbanos**. Dissertação de Mestrado, publicação MTARH.DM-035A/2001, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 120p, 2001
- MOMO, M. R.; PINHEIRO, A.; SEVERO, D. L.; CUARTAS, L. A.; NOBRE, A. D. **Desempenho do modelo HAND no mapeamento de áreas suscetíveis à inundação usando dados de alta resolução espacial**. *RBRH* vol. 21 no.1 Porto Alegre jan./mar. p. 200 – 208, 2016.
- MONGE, J. S. **Aplicação do Modelo Hand para o Mapeamento de Áreas Factíveis à Inundação no Município de Blumenau – Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Ambiental e Sanitária, UNISUL, Palhoça – SC, p.54, 2018.
- MONTEIRO, C. A. F. **A Cidade Desencantada** – entre a fundamentação geográfica e a imaginação artística. In: Mendonça, F. (Org.) **Impactos Socioambientais Urbanos**. Editora UFPR, Curitiba-PR, p.300, 2004.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. In: Monteiro, C. A. F.; Mendonca, F. (Org.) **Clima Urbano**. 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2015.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias, nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, p.181,1976.

- MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, Maria Elisa. **Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009)**: Baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. Revista do Departamento de Geografia (USP), v. 23, p. 232-249, 2012.
- MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral-CE. **GEOTEXTOS(ONLINE)**, v. 13, p. 135-159, 2017.
- MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E.; PINHEIRO, D. R. C. A contribuição da técnica dos quantis na identificação de extremos de chuva e de uma metodologia para detectar situações de desastre natural no semiárido cearense. **GEOGRAFIAS (UFMG)**, v. 17, p. 1-16, 2021.
- MONTEIRO, J.B. **Desastres Naturais no Estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos**. 2016. 256f. Tese (Doutorado em Geografia) –Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- MOURA, M. O. **O clima urbano da cidade de Fortaleza sob o nível do campo térmico**. 2008. 318f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. **O Clima Urbano Como Risco Climático: Contribuição Da Geografia Do Clima Aos Estudos Sobre Os Climas Das Cidades**. Geo UERJ, [S.l.], n. 33, p. e36827, dez. 2018. ISSN 1981-9021. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/36827/28276>>.
- NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; HODNETT, M.; RENNÓ, C. D.; RODRIGUES, G.; SILVEIRA, A.; WATERLOO, M.; SALESKA, S. Height above the Nearest Drainage, a hydrologically relevant new terrain model. **Journal Hydrology**. v. 404, n. 1-2, p.13–29, 2011. doi:10.1016/j.jhydrol.2011.03.051
- OCHA. **Natural Disasters In Latin America And The Caribbean**. Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários – OCHA, p. 1 – 20, Jan. 2020. Disponível em: <https://reliefweb.int/report/world/natural-disasters-latin-america-and-caribbean-2000-2019>. Acesso em: 28/10/2022.
- OLIMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.
- OLIVEIRA, D. P; BARCELLOS, P. C. L; SILVA, J. C. Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Inundações na Cidade de Duque de Caxias. **Revista Internacional de Ciências**, v. 11, n. 03, p. 298-316, set-dez, 2021
- OLIVEIRA, G. G.; BRUBACHER, J. P.; QUEVEDO, R. P.; GUASSELLI, L. A. **Limiares de chuva para a ocorrência de desastres na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS**. In: XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2012, Gramado - RS. Anais XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2012. p. 1-5
- OLIVEIRA, P. W. A. **Memória Da Cidade**: Transformações e permanências na produção espacial do núcleo de formação histórico da cidade de Juazeiro do Norte – CE. 2014. 241 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2014) - Universidade Estadual do Ceará, ,2014.

OPOVO. **Lagoa transborda e interrompe trânsito em Juazeiro Do Norte:** De acordo com a Funceme, choveu 56 mm nas últimas 24 horas no município. Ceará, 28 mar. 2019. Disponível em:

<https://www.opovo.com.br/noticias/cariri/2019/03/28/lagoa-transborda-e-interrompe-transito-em-juazeiro-do-norte.html>. Acesso em: 28 dez. 2022.

PALÁCIO, O. D. **Análise Da Suscetibilidade A Alagamento Do Município De Juazeiro Do Norte-Ce.** Programa De Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (Dissertação de Mestrado), Crato, Ceará, p. 78, 2020.

PAZ, C. M. V; SANCHES, F. O; FERREIRA, R. V. Chuvas em Uberaba/MG: um estudo sobre a ocorrência de eventos extremos. **ENTRE-LUGAR**, [S.l.], v. 10, n. 20, p. 102-121, dez. 2019.

PENDERGRASS, A. G., & Knutti, R. **The uneven nature of daily precipitation and its change.** *Geophysical Research Letters*, 45, p. 11,980–11,988, 2018.

PEREIRA, C. S. S. **Centro, centralidade e cidade média:** o papel do comércio e serviços na reestruturação da cidade de Juazeiro do Norte-Ce. 2014. 308 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

PESSOA NETO, A. G; BARBOSA, I. M. B. R; SILVA, S. R. Mapeamento das áreas de risco de inundação da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, em Pernambuco, utilizando o método AHP (Analytic Hierarchy Process). **IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis – maio de 2021.**

PESSÔA, V. M. M.; CECAGNO, C. F.; CAMARGO, D. M. de; MARQUES, M. L. Contribuição de Aspectos Naturais e Antropogênicos para Análise do Perigo à Inundação em Campinas-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 74, n. 1, p. 100–121, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49026>. Acesso em: 25 maio. 2022

PIMENTEL, F. O.; FERREIRA, C. C. M. Clima Urbano: O Uso De Modelos Geoespaciais Na Investigação Do Comportamento Térmico Em Juiz De Fora- Mg. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 24, abr. 2019. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/51059/37798>>.

PINHEIRO, G. M. **As chuvas extremas e suas repercussões no espaço urbano de Bauru/SP:** 1978 a 2008. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. *Hidrologypapers*, Colorado, n.12, p.1-53, 1966

POWER, D. J. Decision Support Systemas Glossary. **DSSResources.Com**, Woeld Wide Web, URL: <http://dssresources.com>, 2000. Acesso em 23/03/2022.

QUEIROZ, I. S. **A metrópole do cariri:** institucionalização no âmbito estadual e a dinâmica urbano-regional da aglomeração do Crajubar. 2013. 205 f. Tese (Doutorado) -Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2013.

REIS, G. P. **A Ocorrência De Eventos De Chuva Extrema No Município De Juazeiro Do Norte –Ce, 1974 A 2014.** Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Goiânia-GO. P891-898, 2016.

REIS, G. P.; SILVA, F. M. A.; SILVA, J. M. O. Eventos Extremos De Chuva Na Porção A Barlavento Da Chapada Do Araripe – Ce No Período Chuvoso De 2011. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.988– 999, 2012.

RENNÓ, C., NOBRE, A.D., CUARTAS, L.A., SOARES, J.V., HODNETT, M.G. & TOMASELLA, J., WATERLOO, M. 2008. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, 112: 3469-3481.

REZENDE, P. S.; MARQUES, D. V.; OLIVEIRA, L. A. Construção De Modelo E Utilização Do Método De Processo Analítico Hierárquico – AHP Para Mapeamento De Risco À Inundação Em Área Urbana. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA** - revista online. v. 18, n. 6, p. 01–18, 2017.

SAATY, T. H. A scaling method form priorities in hierarquical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SANTOS, L.; ZAMPARONI, C. A. G. P.; OLIVEIRA, J. C. S. Suscetibilidade a inundações no perímetro urbano de Cáceres-MT. **Caderno de Geografia** [en linea]. 2017, 27(51), 623-641. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333252999001>. Acesso em: 14/01/2023.

SALACK, S. SALEY, N.Z. LAWSON, I. ZABRÉ, E.K. DAKU. Scales for rating heavy rainfall events in the West African Sahel. **Weather Climate Extremes**, 21 (2018), pp. 36-42 <http://doi.org/10.1016/j.wace.2018.05.004>

SCHAUWECKER, S.; GASCÓN, E.; PARK, S.; RUIZ-VILLANUEVA, V.; SCHWARB, M.; SEMPERE-TORRES, D.; STOFFEL, M.; VITOLO, C.; ROHRER, M. Anticipating cascading effects of extreme precipitation with pathway schemes - Three case studies from Europe. **Environment International**, v.127, p.291 - 304, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.072>.

SCHUMACHER, R. S., & JOHNSON, R. H. Characteristics of U.S. Extreme Rain Events during 1999–2003, **Weather and Forecasting**, 21(1), 69-85, 2006.

SENA, J. P. de O.; MORAES NETO, J. M.; LUCENA, D. B. Variabilidade da precipitação em Sumé e São João do Cariri e suas consequências na agropecuária. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, n. 15, p. 278 - 293, 2019

SHARIFI, A.; PATHAK, M.; JOSHI, C.; HE, B. A systematic review of the health co-benefits of urban climate change adaptation. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 74, 2021

SILVA JUNIOR, A. R; CARVALHO, A. C; SILVA, M. L; FILGUEIRAS, G. C. **Indicadores de vulnerabilidade, risco socioambiental e ordenamento territorial no bairro Montese, Belem-PA**. In: Riscos, Vulnerabilidades e Condicionantes Urbanos. Jundiaí: Paco Editorial, v. 68, cap. 3, p. 45-64, 2019.

SILVA, A. C. C. da. **As cheias excepcionais e os impactos socioambientais na cidade de Tefé-AM**. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018

SILVA, N. T. **As chuvas no município de João Pessoa: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental**. Dissertação (Mestrado)-UFPB/CCEN, João Pessoa, p. 133, 2018.

SILVA, W. M.; FIALHO, E. S. **As Chuvas Como Risco Climático E Urbano: Um Estudo Sobre Os Extremos Ocorridos Em Venda Nova Do Imigrante - ES No Ano De 2018**. In: XIV ENANPEGE, ONLINE. Anais do XIV ENANPEGE, 2021.

SITE MISÉRIA. **Juazeiro do Norte registra pontos de alagamento durante a chuva dessa sexta-feira**. Ceará, 20 fev. 2021. Disponível em: <https://www.miseria.com.br/ultimas-noticias/cariri/juazeiro-do-norte-registra-pontos-de-alagamento-durante-a-chuva-desta-sexta-feira-assista/>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SOUSA, S. G.; SILVA, M. L. G ; PEREIRA, T. M. S. ; BARBOSA, M. P. ; LISTO, F. L. R. . Suscetibilidade a escorregamentos e risco de queda de blocos no Geossítio Colina do Horto, Juazeiro do Norte/CE. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 16, p. 193-212-212, 2018.

SOUZA, J. B. **Proposta metodológica para mapeamento de fragilidade ambiental: estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio do Peixe, MG**. Tese (Doutorado) – PUC - MG. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. Belo Horizonte, 217 p., 2021.

SPECKHANN, G. A. **Uma proposta de mapeamento de risco de inundação na bacia do rio Itajaí-Açu utilizando descritores de terreno**. Dissertação (mestrado) - UFSC, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 90 p., 2018.

SPRUCE, M.; ARTHUR, R.; WILLIAMS, H. T. P. **Using social media to measure impacts of named storm events in the United Kingdom and Ireland**. Meteorological Applications, Volume 27, Issue 1, 2020.

STEIKE, V. A.; OLIVERA, C, H. **Modelagem Espacial De Dados Climatológicos: Bases E Aplicação**. In: Charlei Aparecido da Silva e Edson Soares Fialho. (Org.). Concepções e ensaios da climatologia geográfica. 1ed. Dourados: UFGD, v. 1, p. 299 – 328, 2012.

TEXEIRA, E. G. F. A; COSTA NETTO, M. L. Uma Análise Sobre O Crescimento E Desenvolvimento Econômicos Da Cidade De Juazeiro Do Norte – CE. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Doutor Leão Sampaio. Juazeiro do Norte – CE, p. 23, 2018.

TOURINHO, H. L. Z.; LOPES, M. do S. B.; VIEIRA, M. R. S.; CABRAL, A. C. L. C. City's Master Plan of Belém (PA) and Water Urban Rives. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e591101019159, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.19159. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19159>. Acesso em: 15 jan. 2023.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. In: Carlos E. M. Tucci; Rubem La Laina Porto; Mário T. de Barros. (Org.). Drenagem Urbana. 1ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) - ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1, p. 15-36, 1995.

TUCCI, C. E. M.. **Inundações Urbanas**. ABRH. Porto Alegre, 1.ed. v. 1. p. 352, 2007.

VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Trad. Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 2007.

- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na Rede de Drenagem. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. p. 111-146.
- WALSH, J. E.; BALLINGER, T. J.; EUSKIRCHEN, E. S.; HANNA, E.; MÅRD, J.; OVERLAND, J. E.; TANGEN, H.; VIHMA, T. **Extreme weather and climate events in northern areas**: A review. *Earth-Science Reviews*. Volume 209, 2020.
- WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R.S.; MOREIRA, A.B.; DOS ANJOS, R.S.; ALMEIDA, C.A.P. **As chuvas na cidade do Recife**: uma climatologia de extremos. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, p. 149-164, 2018.
- XAVIER, T. de M. B.S. Tempo de chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: **ABC Editora**, 2001.
- XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Caracterização de Períodos Secos e ou Excessivamente Chuvosos no Estado do Ceará Através da Técnica dos Quantis: 1964-1998. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 14, n. 2, p. 63-78, 1999
- XAVIER, T.de M. B. S; XAVIER, A. F. S; ALVES, J. M. B. **Quantis e eventos extremos: aplicações em ciências da terra e ambientais**. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p.
- ZAMPARONI, C. A. G. P. **Riscos e Desastres Naturais em Ambiente Urbano: O Exemplo de Cuiabá/MT**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 10, p. 7-20, 2012.
- ZANELLA, M. E. ; SALES, M. C. L. . Impactos pluviais em Fortaleza-CE na perspectiva do sistema clima urbano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, p. 140-154, 2016.
- ZANELLA, M. E. Caracterização climática e os recursos hídricos do estado do Ceará. In: SILVA, J. B. da.; DANTAS. E. W.; CAVALCANTE. T. (Org.). **Geografia do Ceará: Um novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, P. 169-188, 2007.
- ZANELLA, M. E. Eventos Pluviométricos Intensos e Impactos Gerados na Cidade de Curitiba/PR Bairro Cajuru: um destaque para inundações urbanas. **Revista Mercator. Fortaleza**, ano 5, no9, p.61-74, 2006.
- ZANELLA, M. E.; MOURA, M. O. **Os estudos de clima urbano no Nordeste do Brasil**. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). *Concepções e ensaios da climatologia geográfica*. Dourados: UFGD. p. 39-60, 2012.
- ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. ; ABREU. N.J. . Análise das Precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza-CE. *Geosp (USP)*, v. 25, p. 53-68, 2009.

APÊNDICE A – FICHA DE CAMPO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



FICHA DE CAMPO

IDENTIFICAÇÃO	
PONTO:	
TIPOLOGIA:	<input type="checkbox"/> Enchente <input type="checkbox"/> Alagamento <input type="checkbox"/> Inundação
LOCALIZAÇÃO	
1) Município:	Juazeiro do Norte
2) Bairro:	
3) Coordenadas:	
4) Acesso:	
5) Área:	<input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Rural
TOPOGRAFIA	
8) Altitude:	
USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL	
<input type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Pavimentação Asfáltica <input type="checkbox"/> Pavimentação de Rocha	
<input type="checkbox"/> Moradias de baixa classe social <input type="checkbox"/> Moradias de média classe social <input type="checkbox"/> Moradias de alta classe social	
<input type="checkbox"/> Área Residencial <input type="checkbox"/> Área de Proteção Ambiental <input type="checkbox"/> Áreas de Serviços e Comercial <input type="checkbox"/> Área de Lazer <input type="checkbox"/> Área Parcelada (Loteamentos)	
<input type="checkbox"/> Cultivos <input type="checkbox"/> Vegetação herbácea <input type="checkbox"/> Vegetação arbustiva <input type="checkbox"/> Vegetação arbórea <input type="checkbox"/> Pastagem	
<input type="checkbox"/> Outras: _____	
ESTÁGIO DE URBANIZAÇÃO E DENSIDADE DE OCUPAÇÃO	
<input type="checkbox"/> Área urbana consolidada <input type="checkbox"/> Área urbana em consolidação <input type="checkbox"/> Área parcelada (loteamentos)	
<input type="checkbox"/> Alta densidade de ocupação <input type="checkbox"/> Média densidade de ocupação <input type="checkbox"/> Baixa densidade de ocupação	
CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO	

9) Qual a distância média das moradias em relação à drenagem mais próximo?	
10) A área está associada a presença de antigas drenagens?	
11) Há registro de perda de vidas humanas?	
12) Há registro de perdas materiais e patrimoniais diversas?	
13) Já houve registro de alta energia de escoamento e transporte de material sólido (sedimentos, blocos de rocha, troncos de árvore)?	
14) Houve comprometimento da via durante o evento?	
15) Esses eventos (enchente, alagamento e inundação) ocorrem de forma frequente?	

OUTRAS INFORMAÇÕES

REFERÊNCIAS:

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares deMacedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores –Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BISPO, C. O.; OLIVEIRA, G. P. ; SILVA, M. L. G. ; SANTOS, A. C. ; LISTO, F. L. R. ; GIRAO, O. . **Diagnóstico De Voçorocas Na Zona Periurbana De Garanhuns, Agreste Meridional Pernambucano**. Revista De Geografia (RECIFE), v. 35, p. 322-340, 2018.

APÊNDICE B – TABULAÇÃO DAS REPORTAGENS DE JORNAIS

1	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	24/03/2003
Link:	https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/chuva-derruba-casas-em-juazeiro-do-norte-1.16755?page=10
Título da Matéria	Chuva derruba casas em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • A chuva, resultou em mais de 100 casas alagadas, 17 caídas e outras 30 que estão em áreas de risco ameaçam desabar no Parque Antônio Vieira, bairro da periferia da cidade. • Muitos muros foram levados pela correnteza. • Perda de telhado e parte das paredes de estabelecimentos.
Locais atingidos:	Parque Antônio Vieira, Lagoa Seca e São José
Outras informações relevantes:	115 mm

2	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	17/02/2004
Link:	https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/tromba-da-gua-desaba-sobre-o-cariri-1.155023
Título da Matéria	Tromba-d'água desaba sobre o Cariri
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • Inundou os baixios de Ponta da Serra e Dom Quintino; • O deslizamento de barreiras interrompeu também a estrada Juazeiro-Caririçu; • Cercas e plantios de arroz foram cobertos pelas águas. Algumas casas foram inundadas; • enchente destruiu uma ponte na BR-230 que liga Farias Brito a Várzea Alegre. Em consequência o trânsito para Fortaleza, que estava sendo feito através de desvios, foi totalmente interrompido.
Locais atingidos:	Crato, Juazeiro, Barbalha, Farias Brito, Várzea Alegre
Outras informações relevantes:	No posto sede do Crato, registou-se 157 mm e no posto da Ponta da Serra, contabilizou-se 223 mm.

3	
Jornal:	O ESTADO
Data:	04/01/2011
Link:	https://oestadoce.com.br/ceara/chove-em-todo-o-cariri-no-inicio-do-ano/
Título da Matéria	Chove em todo o Cariri no início do ano
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Em alguns bairros parte da pavimentação foi levada pelas águas.
Locais atingidos:	Na subida do Catolé do Horto, o tráfico ficou comprometido com a Vila Planalto
Outras informações relevantes:	150 mm

4	
Jornal:	Blog Farias Brito
Data:	27/01/2011
Link:	https://fariasbrito.blogspot.com/2011/01/juazeiro-do-norte-ce-chuva-de-92.html
Título da Matéria	Juazeiro do Norte-CE: Chuva de 92 milímetros causa desabamento no centro e eleva águas do Salgadinho
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Uma casa desabou na Rua do Cruzeiro no centro da cidade apenas com danos materiais. Ao lado dela, um imóvel está sendo construído e pode ter contribuído para o desabamento.
Locais atingidos:	Centro
Outras informações relevantes:	92 mm

5	
Jornal:	Blog Acopiara Noticias
Data:	14/12/2011
Link:	https://acopiaranoticias.blogspot.com/2011/12/chuva-alaga-vias-em-juazeiro-do-norte.html

Título da Matéria	Chuva alaga vias em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • Em alguns trechos havia dificuldade de tráfego de veículos, a exemplo da Avenida Padre Cícero, nas proximidades da Singer. O local, no início da manhã, ficou inundado e a água chegou a atingir cerca de um metro dos muros da fábrica. • Acúmulo de lixo em algumas áreas, impossibilitando o escoamento das águas.
Locais atingidos:	Triângulo, Pio XII e o Timbaúbas
Outras informações relevantes:	87 mm

6	
Jornal:	O POVO
Data:	17/02/2014
Link:	https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/juazeirodonorte/2014/02/chuva-alaga-ruas-e-causa-problemas-no-transito-em-juazeiro-do-norte.html
Título da Matéria	Chuva alaga ruas e causa problemas no trânsito em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • Deixou várias ruas alagadas e prejudicou a circulação de veículos e pedestres. Na Avenida Leão Sampaio, sentido Juazeiro-Barbalha, veículos ficaram impedidos de trafegar. • Houve registro ainda de semáforos danificados devido ao temporal.
Locais atingidos:	Lagoa Seca e Centro (Rua Padre Cicero e São Pedro)
Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • 53 mm • Entre as 19h do dia 16, e 7h do dia 17. • O município de Juazeiro, não solicitou ajuda da defesa civil do Ceará, apesar das inúmeras ocorrências registradas durante a madrugada.

7	
Jornal:	G1
Data:	11/03/2014
Link:	https://g1.globo.com/ceara/noticia/2014/03/ruas-de-juazeiro-do-norte-alagam-e-morador-usa-canoa-para-sair-de-casa.html
Título da Matéria	Ruas de Juazeiro do Norte alagam e morador usa canoa para sair de casa
Subtítulo:	<i>Juazeiro do Norte recebeu chuvas fortes neste início de semana. Quatro bairros da cidade têm várias ruas alagadas e com muita areia.</i>

Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	As ruas dos bairros foram alagadas e ocorreu também a abertura de buracos, com amontados de areia.
Locais atingidos:	Novo Juazeiro, Triângulo, Lagoa Seca e São José
Outras informações relevantes:	101 mm, a chuva aconteceu no dia 10/03/2014, porém, só foi registrada no dia 11/03/2014.

8

Jornal:	CETV 1ª Edição
Data:	04/04/2014
Link:	https://globoplay.globo.com/v/3260489/
Título da Matéria	Chuva alaga avenida do Bairro Lagoa Seca, em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Parque aquático alagado, Rua com calçamento danificado, alagamentos em avenidas.
Locais atingidos:	Bairro Triangulo, na rua socorro mota; Bairro São José, na rua Maria Celia Callou; Bairro Lagoa Seca.
Outras informações relevantes:	-

9

Jornal:	O ESTADO
Data:	21/11/2014
Link:	https://oestadoce.com.br/ceara/juazeiro-prefeitura-buscará-reparar-estragos-causados-pela-chuva/
Título da Matéria	Juazeiro: Prefeitura buscará reparar estragos causados pela chuva
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos que comprometeu o trânsito.

Locais atingidos:	Rua Antônio Domingos dos Santos (Antônio Vieira), São José, Lagoa Seca e Novo Juazeiro
Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • 51 mm. • Na artéria, está sendo construída uma galeria de drenagem pluvial para acabar de vez os alagamentos na Avenida Padre Cícero em frente à Singer.

10	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	18/01/2016
Link:	http://blogs.diariodonordeste.com.br/cariri/cidades/juazeiro-do-norte/chuva-alaga-diversas-ruas-em-juazeiro-do-norte/9111
Título da Matéria	Chuva alaga diversas ruas em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	<ul style="list-style-type: none"> • Alagamentos em diversas ruas da cidade; • Calçamentos de ruas foram arrancados.
Locais atingidos:	Bairro Limoeiro, Lagoa Seca, Trechos do Parque Ecológico e do bairro Santo Antônio
Outras informações relevantes:	22 mm

11	
Jornal:	OPOVO
Data:	08/02/2018
Link:	https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/juazeironorte/2018/02/forte-chuva-alaga-avenidas-e-prejudica-voos-em-juazeiro.html
Título da Matéria	Forte chuva alaga avenidas e prejudica voos em Juazeiro
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Avenidas, rodovias, automóveis e casas ficaram alagados em boa parte do dia, e dois aviões comerciais tiveram que cancelar pouso no Aeroporto Regional Orlando Bezerra de Menezes.
Locais atingidos:	<ul style="list-style-type: none"> • Avenida Padre Cícero • Bairros próximos a avenida Leão Sampaio • Bairro Lagoa Seca

Outras informações relevantes:	Em nota, a Secretaria de Infraestrutura de Juazeiro do Norte (SEINFRA) informa que a "Operação Inverno" está sendo planejada desde outubro de 2017, "pensando nas dificuldades que Juazeiro do Norte enfrenta durante a quadra invernososa", tendo sido iniciada em janeiro, "quando iniciou o período de chuvas na região".
---------------------------------------	--

12	
Jornal:	Blog do Farias
Data:	08/02/2018
Link:	https://www.blogdofarias.com/2018/02/08/juazeiro-do-norte-primeiras-chuvas-ja-animam-os-cearenses/
Título da Matéria	Juazeiro do Norte: Primeiras chuvas já animam os cearenses
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos e congestionamentos
Locais atingidos:	Avenida Padre Cícero (CE-292), entre Crato e Juazeiro, nas proximidades do Atacadão e na Av. Leão Sampaio (CE-060), no bairro Lagoa Seca
Outras informações relevantes:	Em nota, a Secretaria de Infraestrutura de Juazeiro do Norte (SEINFRA) informou que o prefeito Arnon Bezerra está em contato com instituições financeiras internacionais para o custeio da drenagem na cidade. Após todo o acerto, o processo será levado à Câmara de Vereadores para aprovação. No entanto, outras drenagens de menor porte se encontram em processo licitatório.

13	
Jornal:	Plantão Barro
Data:	13/02/2018
Link:	https://plantaobarro.com.br/2018/02/13/forte-chuva-deixa-familias-desalojadas-em-juazeiro-do-norte/#:~:text=Forte%20chuva%20deixa%20fam%C3%ADlias%20desalojadas%20em%20Juazeiro%20do,localizadas%20na%20Rua%20Carolina%20Sobreira%2C%20no%20Bairro%20Limoeiro.
Título da Matéria	Forte chuva deixa famílias desalojadas em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Duas famílias ficaram desalojadas, as casas estão localizadas na Rua Carolina Sobreira, no Bairro Limoeiro
Locais atingidos:	Rua Carolina Sobreira, no Bairro Limoeiro

Outras informações relevantes:	A chuva ocorreu no dia 10/02/2018, mas só foi noticiada por este site no dia 13/02/2018
---------------------------------------	---

14	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	28/03/2018
Link:	http://blogs.diariodonordeste.com.br/cariri/meio-ambiente/cariri-registra-maiores-chuvas-do-estado-juazeiro-do-norte-tem-alagamentos/22866
Título da Matéria	Cariri registra maiores chuvas do Estado; Juazeiro do Norte tem alagamentos
Subtítulo:	<i>No bairro Lagoa Seca, um pescador usou uma canoa para protestar contra alagamento.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Inundações e alagamentos
Locais atingidos:	<ul style="list-style-type: none"> • No bairro Lagoa Seca, por exemplo, no trecho conhecido como Lagoa da APUC • Dois rapazes que trafegavam de moto caíram com a força da água na Avenida Leão Sampaio (CE-060) • O asfalto ceder na Avenida Padre Cícero, em frente ao Teatro Marquise Branca
Outras informações relevantes:	Em nota, a Secretaria de Infraestrutura pediu para que os condutores de veículos evitem passar pelo local, procurando trechos alternativos. Neste momento, equipes técnicas estão realizando serviços com máquinas pesadas. O trânsito irá fluir apenas por uma faixa da via.

15	
Jornal:	G1
Data:	19/04/2018
Link:	https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/juazeiro-do-norte-decreta-situacao-de-emergencia-por-caoa-das-fortes-chuvas.ghtml
Título da Matéria	Juazeiro do Norte decreta situação de emergência por causa das fortes chuvas: Em 18 dias, choveu 215 milímetros em Juazeiro do Norte, volume que representa 21,7% a mais do que a média histórica para o mês de abril.
Subtítulo:	<i>Em 18 dias, choveu 215 milímetros em Juazeiro do Norte, volume que representa 21,7% a mais do que a média histórica para o mês de abril.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	inundações em várias áreas e rompimento de estradas
Locais atingidos:	Lagoa Seca

Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • O município decretou estado de emergência em decorrência das fortes chuvas durante o mês. • As chuvas deixaram centenas de pessoas desabrigadas, seja na zona urbana, seja na zona rural, fazendo com que muitas delas perdessem os seus objetos pessoais, incluindo suas moradias (Palavras de Arnon Bezerra, em entrevista ao G1).
---------------------------------------	---

16	
Jornal:	CETV 1ª Edição
Data:	23/03/2019
Link:	https://globoplay.globo.com/v/7480938/
Título da Matéria	Chuva causa inundações em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamento e inundação, devido ao asfalto molhado carro perdeu o controle e bateu em um poste na Av. Leão Sampaio.
Locais atingidos:	Av. Ailton Gomes, bairro Lagoa Seca; Av. Pare Cicero, na altura do shopping, no bairro Triângulo.
Outras informações relevantes:	24 mm

17	
Jornal:	O POVO
Data:	28/03/2019
Link:	https://www.opovo.com.br/noticias/cariri/2019/03/28/lagoa-transborda-e-interrompe-transito-em-juazeiro-do-norte.html
Título da Matéria	Lagoa transborda e interrompe trânsito em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	<i>De acordo com a Funceme, choveu 56 mm nas últimas 24 horas no município.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	transbordamento da lagoa da Associação dos Professores Universitários do Cariri (APUC); 4 Casas alagadas.
Locais atingidos:	Lagoa Seca na avenida Plácido Aderaldo Castelo e a rua Possidônio
Outras informações relevantes:	56 mm, a chuva iniciou no dia anterior (27/03/19)

18	
Jornal:	CETV 1º Edição
Data:	31/12/2019
Link:	https://globoplay.globo.com/v/8204310/
Título da Matéria	Chuva causa alagamento em Juazeiro do Norte no último dia de 2019
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos
Locais atingidos:	Bairro Triangulo e Bairro São Jose
Outras informações relevantes:	-

19	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	05/02/2020
Link:	https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/carro-e-arrastado-e-casas- ficam-alagadas-durante-forte-chuva-em-juazeiro-do-norte-1.2207176
Título da Matéria	Carro é arrastado e casas ficam alagadas durante forte chuva em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	<i>Outras cidades da região também tiveram transtornos. No Crato houve precipitações de 89,4 milímetros e em Juazeiro do Norte 83 milímetros</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Um automóvel foi engolido por uma cratera e a água invadiu residências na Avenida Padre Cícero. Um ônibus ficou preso em frente a sede do Detran. O único acesso entre Juazeiro do Norte a Crato ficou bloqueado, e ruas ficaram alagadas.
Locais atingidos:	Bairro São José e Travessa Leão Sampaio, na Lagoa Seca
Outras informações relevantes:	-

20	
Jornal:	Site Miséria
Data:	04/03/2020
Link:	https://www.miseria.com.br/ultimas-noticias/cariri/forte-chuva-inunda-juazeiro-do-norte-e-paralisa-o-transito-em-pontos-da-cidade/

Título da Matéria	Forte chuva inunda Juazeiro do Norte e paralisa trânsito em pontos da cidade
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Inundação e Alagamento
Locais atingidos:	Supermercado Assai, no bairro São José e Pontos de Inundação no bairro Lagoa Seca.
Outras informações relevantes:	-

21

Jornal:	Badalo
Data:	16/03/2020
Link:	https://www.badalo.com.br/featured/apos-chuva-de-73-mm-lagoa-em-juazeiro-transborda-e-deixa-novamente-avenida-interditada/
Título da Matéria	Após chuva de 73 mm, lagoa em Juazeiro transborda e deixa novamente avenida interditada
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Transbordamento da lagoa da Associação dos Professores Universitários do Cariri (APUC).
Locais atingidos:	Bairro Lagoa Seca, na Avenida Plácido Aderaldo Castelo
Outras informações relevantes:	A passagem de veículos no local ficou impossibilitada. A interdição aconteceu a partir do cruzamento com a Rua Possidônio Bem. Em março de 2019, um homem foi flagrado atravessando o trecho de canoa. A situação do alagamento é recorrente e acontece sempre que a cidade registra um volume maior de chuvas.

22

Jornal:	G1
Data:	25/03/2020
Link:	https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/03/25/chuvas-causam-alagamentos-e-arrastam-veiculos-em-juazeiro-do-norte-e-crato-no-sul-do-ceara.ghtml
Título da Matéria	Chuvas causam alagamentos e arrastam veículos em Juazeiro do Norte e Crato, no sul do Ceará
Subtítulo:	<i>A chuva durou algumas horas, mas foi o suficiente para causar estragos e assustar moradores.</i>
Elemento Climático:	Precipitação

Problemas Urbanos:	Ruas alagadas e chegou a arrastar um carro e uma moto.
Locais atingidos:	Bairro São Jose e Mercado do Pirajá
Outras informações relevantes:	-

23

Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	26/03/2020
Link:	https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/chuva-de-133-milimetros-causa-estragos-em-juazeiro-do-norte-1.2226889
Título da Matéria	Chuva de 133 milímetros causa estragos em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	<i>Este foi o maior volume pluviométrico das últimas 24 horas no Ceará</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Inundações e Alagamentos em diversos bairros
Locais atingidos:	Na avenida Castelo Branco, Av. Ailton Gomes e Bairro Lagoa Seca
Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • Na Avenida Castelo Branco, o nível da água chegou a quase um metro. • Na Avenida Ailton Gomes, o asfalto cedeu e uma cratera consumiu quase toda a extensão da via. • A Lagoa da Apuc, que historicamente transborda com chuvas intensas, mais uma vez causou transtornos e gerou danos a imóveis e comércio. • Conforme Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), entre as 7 horas de ontem e 7 horas desta quinta (27), choveu 133 milímetros em Juazeiro. Este foi o quarto maior volume pluviométrico no Municípios dos últimos 47 anos.

24

Jornal:	FUNCEME
Data:	26/03/2020
Link:	http://www.funceme.br/?p=6732
Título da Matéria	Com 133 mm, Juazeiro do Norte tem sua 4ª maior chuva da história
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação

Problemas Urbanos:	Inundações e Alagamentos
Locais atingidos:	-
Outras informações relevantes:	O acumulado no município do sul do estado no intervalo de 24 horas é o quarto maior da série histórica, que traz dados desde 1973. A região do Cariri registrou ainda chuvas em pelo menos 23 municípios; em todo o estado foram anotadas precipitações em torno de 126 municípios, conforme dados preliminares.

25	
Jornal:	OPOVO
Data:	27/03/2020
Link:	https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2020/03/27/transbordamento-de-acude-em-juazeiro-do-norte-deixa-familias-desabrigadas.html
Título da Matéria	Transbordamento de açude em Juazeiro do Norte deixa famílias desabrigadas
Subtítulo:	Desde a quinta-feira, equipes da Prefeitura de Juazeiro do Norte estão em campo para solucionar os problemas ocasionados pelas chuvas.
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Forte precipitação de 133 milímetros fez o açude Barreiro transbordar, em Juazeiro do Norte, deixando pelo menos 40 famílias desabrigadas. Com o fluxo intenso de água, ruas foram alagadas no entorno do reservatório, que chegou a ter parte da sua parede de contenção comprometida.
Locais atingidos:	O açude Barreiro transbordou; Avenida Castelo Branco, a Rua São Benedito, no cruzamento com a Rua São Francisco e ruas da Cidade Universitária e Lagoa Seca
Outras informações relevantes:	As famílias prejudicadas foram realocadas para outras casas, onde receberam aluguel social.
26	
Jornal:	G1
Data:	04/01/2021
Link:	https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/01/04/casas-ficam-alagadas-durante-chuva-em-juazeiro-do-norte-no-ceara.ghtml
Título da Matéria	Casas ficam alagadas durante chuva em Juazeiro do Norte, no Ceará
Subtítulo:	<i>Apesar de a chuva não ser muito intensa várias residências localizadas na Rua Samuel Correia Lira, ficaram alagadas e a água levou sujeira e prejuízos. Choveu apenas 25 milímetros em Juazeiro do Norte.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Casas alagadas e cheias de lama
Locais atingidos:	Bairro José Geraldo da Cruz

Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • uma equipe da infraestrutura foi ao local para realizar as correções da drenagem; • Uma das casas invadidas com a água foi a do morador Luciano Carvalho. Eram 5h30 quando ele percebeu que a água invadia a casa. Em pouco tempo, já inundava corredores e todos os cômodos. Foi uma correria para erguer móveis e objetos.
---------------------------------------	---

27	
Jornal:	Diário do Nordeste
Data:	04/01/2021
Link:	https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/familias-tem-casas-alagadas-durante-chuva-em-juazeiro-do-norte-1.3029205
Título da Matéria	Famílias têm casas alagadas durante chuva em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	<i>Juazeiro do Norte foi a cidade que registrou maior volume pluviométrico entre as 7 horas de domingo (3) e 7 horas desta segunda. Choveu 25 milímetros.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos
Locais atingidos:	Bairro José Geraldo da Cruz
Outras informações relevantes:	<ul style="list-style-type: none"> • De acordo com o morador, foi a segunda vez em menos de uma semana que teve a sua residência invadida pela água. Ele alerta que outros moradores passaram pelo mesmo problema. • Mesmo com a chuva fraca a rua ficou intransitável. Os vizinhos que possuem carro não puderam colocá-los na garagem, pois não tinha como trafegar. Tudo cheio de lama e um rio se formou na rua. Imagina quando cair uma chuva forte como deve ser.

28	
Jornal:	Site Miséria
Data:	26/02/2021
Link:	https://www.miseria.com.br/ultimas-noticias/cariri/juazeiro-do-norte-registra-pontos-de-alagamento-durante-a-chuva-desta-sexta-feira-assista/
Título da Matéria	Juazeiro do Norte Registra pontos de alagamentos durante a chuva desta sexta-feira
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos
Locais atingidos:	Rua Arnóbio Bacelar Caneca, no bairro Lagoa Seca
Outras informações relevantes:	Os moradores relataram dificuldades para ir ao trabalho devido os pontos de alagamentos na cidade.

29	
Jornal:	G1
Data:	13/03/2021
Link:	https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/03/13/chuva-forte-alagada-vias-derruba-arvore-e-motociclista-luta-para-sair-de-avenida-que-virou-rio-em-juazeiro-do-norte.ghtml
Título da Matéria	Chuva forte alagada vias, derruba árvore e motociclista 'luta' para sair de avenida que virou 'rio' em Juazeiro do Norte
Subtítulo:	<i>A cidade registrou até as 7 horas deste sábado 57 milímetros de chuva e está entre as cinco com as maiores precipitações do Estado, conforme a Funceme.</i>
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Registrou-se vários pontos de alagamentos e deixaram o trânsito lento. Na ocasião, também foi registrada a queda de uma árvore sobre os trilhos do VLT.
Locais atingidos:	<ul style="list-style-type: none"> • Avenida Castelo Branco, bairro José Geraldo da Cruz • Avenida Padre Cícero, no bairro São Jose • Bairro Lagoa Seca • Avenida Carlos Cruz, franciscanos.
Outras informações relevantes:	Em alguns pontos da cidade a força da água chegou a formar correnteza nas vias, o que dificultou o trânsito e causou transtornos aos condutores e pedestres.

30	
Jornal:	Badalo
Data:	13/03/2021
Link:	https://www.badalo.com.br/cariri/com-chuva-de-57-mm-juazeiro-do-norte-registra-estragos/
Título da Matéria	Com chuva de 69 mm, Juazeiro do Norte registra estragos
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos
Locais atingidos:	No Bairro Lagoa Seca, o trânsito parou na CE-060, a Avenida Leão Sampaio, que liga Juazeiro do Norte a Barbalha.
Outras informações relevantes:	69 mm

31	
Jornal:	Site Miséria

Data:	13/03/2021
Link:	https://www.miseria.com.br/ultimas-noticias/cariri/chuvas-em-juazeiro-do-norte-destroem-calcamentos-da-rua-carolina-sobreira-e-avenida-ze-bezerra-assista/
Título da Matéria	Chuvas em Juazeiro do Norte destroem calcamentos da Rua Carolina Sobreira e Avenida Jose Bezerra
Subtítulo:	-
Elemento Climático:	Precipitação
Problemas Urbanos:	Alagamentos
Locais atingidos:	Rua Carolina Sobrera, no bairro Franciscanos e Avenida Jose Bezerra, no bairro Pio XII
Outras informações relevantes:	69 mm

ANEXO A – DECRETO Nº 1555 DE 24 DE MARÇO DE 2003

ESTADO DO CEARÁ

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUAZEIRO DO NORTE

DECRETO N.º 1555, de 24 de Março de 2003.

Decreta Estado de Calamidade Pública no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará e adota outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso de suas atribuições legais;

CONSIDERANDO que o Município de Juazeiro do Norte vem sofrendo altos índices de precipitações pluviométricas nos últimos dias, o que vem causando grandes transtornos, principalmente nos bairros periféricos;

CONSIDERANDO que, em consequência da quadra invernos, grande quantidade de casas residenciais encontra-se parcialmente destruída;

CONSIDERANDO que as nossas ruas e avenidas encontram-se em precário estado de conservação e uso, em face da desarticulação da pavimentação, da posteação e da rede de distribuição de água, causando prejuízos a um contingente de aproximadamente 5.000 (cinco mil) famílias;

CONSIDERANDO, ainda, como áreas mais críticas as ruas Noemia Cruz Landim, Cecília Meireles, Eng.º José Walter e Moacir Gondim Lócio, localizadas no bairro Antônio Vieira e as localidades de Boca das Cobras, Trilho (Paulo Maia), Alta Tensão I e II, Vila José Apolinário, Lagoa Seca (Partes) e Betolândia (Partes);

CONSIDERANDO, finalmente, que para recuperação das áreas fortemente destruídas, faz-se necessária a conjugação de esforços Municipais, Estaduais e Federais;

DECRETA:

Art. 1º - Fica declarado "**ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA**" no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, pelo prazo de 120(cento e vinte) dias.

Art. 2º - Fica o Chefe do Poder do Executivo Municipal autorizado a abrir crédito especial ao orçamento vigente, até o limite necessário ao cumprimento deste Decreto.

Art. 3º - O Chefe do Poder do Executivo Municipal submeterá o presente Decreto ao referendo do Poder Legislativo Municipal

Art. 4º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 24 (vinte e quatro) dias do mês de março do ano de dois mil e três (2003).

ASSINATURA

ANEXO B – DECRETO Nº 1556 DE 26 DE MARÇO DE 2003



ESTADO DO CEARÁ

MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE

DECRETO Nº 1556, DE 26 DE MARÇO DE 2003

Declara "Situação de Emergência" no Município de Juazeiro do Norte, na forma que indica.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo art. 72, inciso VII da Lei Orgânica Municipal.

CONSIDERANDO que a ocorrência de intensas precipitações pluviiais na Sede do Município de Juazeiro do Norte causaram e estão a causar acentuado transtorno e graves prejuízos à população como um todo;

CONSIDERANDO que a situação emergencial e calamitosa é cercada dos requisitos essenciais a esse reconhecimento com vista à tomada de providências urgentes por parte do Poder Executivo;

CONSIDERANDO, finalmente, que o Poder Executivo não pode decurar da pronta ação em benefício dos munícipes, implementando todas as medidas necessárias ao socorro da população e no visio de amenizar ou segregar o infortúnio;

D E C R E T A:

Art. 1º - Fica declarado Situação de Emergência na Sede do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará.

Parágrafo único - O período de Emergência vigorará por 90 (noventa) dias, podendo ser prorrogado por igual período, caso persista a situação agravante.

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário e em especial o Decreto Municipal nº 1555, de 24 de março de 2003, o qual decretou no município de Juazeiro do Norte, o Estado de Calamidade Pública.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 26 (vinte e seis) dias do mês de março do ano de dois mil e três (2003).///



ASSINATURA



ANEXO C – DECRETO Nº 1570 DE 25 DE JUNHO DE 2003

ESTADO DO CEARÁ

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUAZEIRO DO NORTE

DECRETO N.º 1570/ 2003.

Prorroga o prazo da situação de emergência em todo o município de Juazeiro do Norte e dá outras providências.

O Excelentíssimo Senhor Carlos Alberto da Cruz, Prefeito Municipal de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, no uso das atribuições legais que o cargo lhe confere;

CONSIDERANDO:

- A situação anormal provocada pelo alto índice pluviométrico do município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará,
- Principalmente o que dispunha o Decreto Municipal de nº 1556/2003 datado de 26 de março de 2003

RESOLVE:

Art. 1º - Prorrogar **SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA** em todo o território do município, decorrente das fortes chuvas, por um prazo de **90(noventa) dias**.

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário, expedindo-se as comunicações de estilo a quem interessar.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 25 (vinte e cinco) dias do mês de junho do ano de dois mil e três (2003).

ASSINATURA

ANEXO D – DECRETO Nº 1595 DE 04 DE FEVEREIRO DE 2004



ESTADO DO CEARÁ

MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE

DECRETO Nº 1595, DE 04 DE FEVEREIRO DE 2004

Declara "Situação de Emergência" no Município de Juazeiro do Norte, na forma que indica e adota outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo art. 72, inciso VII da Lei Orgânica do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará;

Considerando que a ocorrência de intensas precipitações pluviométricas na sede e zona rural do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, causaram e estão a causar grandes transtornos e graves prejuízos à população como um todo;

Considerando que a situação emergencial e calamitosa é cercada dos requisitos essenciais a esse reconhecimento com vista à tomada de providências urgentes, por parte do Poder Executivo;

Considerando que nossas ruas e avenidas acham-se em precário estado de conservação e uso, em face da desarticulação da pavimentação, posteação e saneamento básico;

Considerando que essas ocorrências vêm acontecendo com maior intensidade nos bairros Antônio Vieira, Boca das Cobras, Timbaúbas, Lagoa Seca, Alta Tensão I e II, margem do rio Salgadinho, Leandro Bezerra e Sítio Carité;

Considerando, finalmente, que para recuperação dessas áreas fortemente destruídas pelo excesso de chuvas, faz-se necessária conjugação de esforços entre os Poderes Municipal, Estadual e Federal, na implementação de medidas prementes e necessárias ao socorro da população atingida;

DECRETA

Art. 1º - Fica declarado "Situação de Emergência" no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará.

Parágrafo único - O período de Emergência vigorará por 120 (cento e vinte) dias, podendo ser prorrogado por igual período, caso persista a situação agravante.

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 04 (quatro) dias do mês de fevereiro de dois mil e quatro (2004).//

ASSINATURA

ANEXO E – DECRETO Nº 1596 DE 16 DE FEVEREIRO DE 2004



ESTADO DO CEARÁ

DECRETO Nº 1596, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2004

Declara Estado de Calamidade Pública no Município de Juazeiro do Norte e adota outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo art. 72, inciso VI da Lei Orgânica Municipal e com fundamento no art. 12 do Decreto Federal nº 895 de 16 de agosto de 1993, c/c a resolução nº 3, do Conselho Nacional de Defesa Civil – CONDEC:

CONSIDERANDO o estado em que se encontra o município de Juazeiro do Norte devido a irregularidade climática com o excesso de chuvas, causando grandes prejuízos à população;

CONSIDERANDO o caos provocado, causando ao trabalhador a perda de suas residências, levando essas pessoas e suas famílias a se deslocarem até a sede administrativa do município, em busca de alimentação, medicamentos e agasalhos, como também, de meios para reconstrução de suas moradias;

CONSIDERANDO os elevados prejuízos causados aos moradores tanto da zona urbana como da zona rural, em especial das localidades de Antonio Vieira, Boca das Cobras, margem do Rio Salgadinho, Distrito de Padre Cícero, Horto, Timbaúba, Lagoa Seca, Alta Tensão I e II, Leandro Bezerra e Sítio Carité;

CONSIDERANDO, finalmente, a necessidade de preservar o bem estar da população de Juazeiro do Norte;

DECRETA

Art. 1º - Declara Estado de Calamidade Pública no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, pelo período de 180 (cento e oitenta) dias.

Art. 2º - Este decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º - Revogam-se as disposições em contrário.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 16 de fevereiro do ano dois mil e quatro (2004).

ASSINATURA

ANEXO F – DECRETO Nº 1610 DE 16 DE AGOSTO DE 2004

*Estado do Ceará**Prefeitura do Município de Juazeiro do Norte*

DECRETO Nº 1610, DE 16 DE AGOSTO DE 2004

Prorroga por 90 (noventa) dias, o prazo de que trata o Decreto Municipal nº 1596, de 16.02.2004, que dispõe sobre estado de calamidade pública no município de Juazeiro do Norte e adota outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições legais e com fundamento no art. 72, inciso VII da Lei Orgânica do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará;

Considerando que o prazo de 180 (cento e oitenta) dias estipulado no decreto nº 1596, de 16.02.2004, que declarou estado de calamidade pública no território do município de Juazeiro do Norte, não foi suficiente para a tomada das medidas necessárias e urgentes, devido a burocracia verificada no âmbito do governo federal, a quem cabe a liberação dos recursos para sanar os prejuízos causados à população;

DECRETA

Art. 1º Fica prorrogado por 90 (noventa) dias, o prazo de que trata o art. 1º do Decreto Municipal nº 1596, de 16.02.2004, que dispõe sobre a declaração do estado de calamidade pública no território do município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará.

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º - Revogam-se as disposições em contrário.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 16 (dezesseis) dias do mês de agosto do ano dois mil e quatro (2004).///

ASSINATURA

31/08/04

ANEXO G – DECRETO Nº 236 DE 12 DE FEVEREIRO DE 2008

República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

DECRETO Nº 236, DE 12 DE FEVEREIRO DE 2008

Decreta “Estado de Calamidade Pública” na sede do Município de Juazeiro do Norte e adota outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo art. 72, inciso VII da Lei Orgânica do Município de Juazeiro do Norte;

CONSIDERANDO os efeitos das precipitações pluviométricas ocorridas no município e que o número de desabrigados nos bairros Antonio Vieira, Triângulo, Frei Damião, João Cabral, Romeirão, José Geraldo da Cruz, Lagoa Seca, Alta Tensão, Horto e nas proximidades da via férrea em toda sua extensão já ultrapassa a centenas, sobretudo por se tratarem de residências tipo taipa ou construídas com material de baixa qualidade, cuja precariedade se acentua em razão do volume de água registrado;

CONSIDERANDO os vários trechos afetados pela intensidade das chuvas, causando inevitavelmente situação de anormalidade, podendo, dada a escassez de recursos, causar incolumidade ou risco à vida de seus moradores;

CONSIDERANDO, finalmente, a patente situação de emergência vivenciada pelos municípios afetados pelas chuvas;

DECRETA

Art. 1º - Fica decretado o “ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA” na sede do Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, pelo período de 120 (cento e vinte) dias, em decorrência dos efeitos das chuvas, prorrogável por mais 60 (sessenta) dias.

Art. 2º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 12 (doze) dias do mês de fevereiro do ano dois mil e oito (2008).///

ASSINATURA

Publicado em 15/02/08

ANEXO H – DECRETO Nº 250 DE 28 DE MARÇO DE 2008

República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

DECRETO Nº 250, DE 28 DE MARÇO DE 2008

Declara em situação anormal, caracterizada como Situação de Emergência, a área do município afetada por intensas precipitações pluviométricas.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE, Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe confere o art. 72, inciso VII da Lei Orgânica do Município; com fundamento no Decreto Federal nº 5376, de 17.02.2005, c/c a resolução nº 3, do Conselho Nacional de Defesa Civil;

CONSIDERANDO que a quadra chuvosa de 2008 vem sendo caracterizada pela ocorrência de intensas precipitações pluviométricas;

CONSIDERANDO que como conseqüências destes desastres, resultaram os danos e prejuízos contidos no formulário de avaliação de danos em anexo;

CONSIDERANDO que de acordo com a Resolução nº 3, do conselho Nacional de Defesa Civil, a intensidade deste desastre foi dimensionada como Nível II;

CONSIDERANDO que concorreram como critérios agravantes da situação de anormalidade a perspectiva de continuidade das enchentes e inundações, as elevadas perdas da cultura de subsistência cultivadas nas áreas ribeirinhas, a possibilidade de surtos de doenças de veiculação hídrica, o baixo senso de percepção de risco das comunidades locais, agravando a qualidade de vida da população e gerando clima de tensão social.

DECRETA

Art. 1º – Fica declarada a existência de situação anormal provocada por desastre e caracterizada como SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA, em todo o território do Município de Juazeiro do Norte, pelo prazo de 90 (noventa) dias, podendo ser prorrogado por igual período.

Parágrafo único – Esta situação de anormalidade é válida para todo o território do Município de Juazeiro do Norte, comprovadamente afetado pelo desastre, conforme prova documental estabelecida pelo Formulário de Avaliação de Danos – AVADAN e pelo croqui da área afetada, anexos a este Decreto.



República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

Art. 2º - Confirma-se à mobilização do Sistema Nacional de Defesa Civil, no âmbito do Município, sob a coordenação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC e autoriza-se o desencadeamento do Plano Emergencial de Resposta aos Desastres, após adaptada à real situação do mesmo.

Parágrafo único – As atividades serão coordenadas pela Secretaria Executiva do COMDEC.

Art. 3º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 28 (vinte e oito) dias do mês de março do ano dois mil e oito (2008).///

ASSINATURA

Publicado em 22/04/08

ANEXO I – DECRETO Nº 16 DE 01 DE ABRIL DE 2013

República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

DECRETO Nº 16, DE 1º DE ABRIL DE 2013.

Declara em situação anormal, caracterizada como Situação de Emergência, a área do município afetada por intensas precipitações pluviométricas.

O Prefeito Municipal de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, no uso das atribuições legais conferidas pelo Art. 72, inciso VII, da Lei Orgânica do Município, pelo art. 2º, inciso III do Decreto Federal nº 7.257, de 04 de agosto de 2010 e pela Resolução nº 03 do Conselho Nacional de Defesa Civil,

Considerando a intensa chuva ocorrida entre os dias 27 e 29 do mês de março de 2013 com uma média de precipitação de 130 mm (cento e trinta milímetros);

Considerando o número de pessoas afetadas, os danos humanos e materiais, os prejuízos econômicos e sociais, bem como os prejuízos causados ao patrimônio e ao serviço público decorrentes da precipitação de chuvas, notadamente nos bairros São José, Pio XII, Aeroporto, Timbaúbas, Limoeiro, Novo Juazeiro, Tiradentes, Salesianos, Romeirão, Antonio Vieira e São Miguel, conforme fotografias anexas ao presente Decreto;

Considerando a necessidade de construção de obras, recuperação de vias públicas, implementação de ações assistenciais e de socorro para minimizar os impactos sentidos pela população; Considerando que de acordo com a Resolução nº 03 do Conselho Nacional de Defesa Civil – CONDEC, a intensidade deste

desastre pode ser dimensionada como Nível II; Considerando que concorrem como critérios agravantes da situação de anormalidade: a perspectiva de continuidade de chuvas, com o conseqüente agravamento do quadro retratado, a possibilidade da ocorrência de surtos das doenças de veiculação hídrica, o baixo senso de percepção de risco das comunidades locais, agravando a qualidade de vida da população e gerando clima de tensão social.

DECRETA:

Art. 1º - Fica declarada a existência de situação anormal provocada pela intensa precipitação pluviométrica e caracterizada como Situação de Emergência.

Parágrafo Único – Está situação de anormalidade é válida para todo o território do Município, comprovadamente afetado pelo desastre.

Art. 2º- Confirma-se a mobilização da Diretoria de Defesa Civil do Município de Juazeiro do Norte em parceria com a Secretaria de Infraestrutura, Secretaria de Saúde, Secretaria de Desenvolvimento Social e Secretaria da Cidade com a imediata execução de plano emergencial de resposta aos desastres e socorro à população.

Art. 3º - De acordo com o estabelecido nos incisos XI e XXV do artigo 5º da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, autoriza-se as autoridades administrativas e os agentes de defesa civil, diretamente responsáveis pelas ações de resposta aos desastres, em caso de risco iminente:

I - penetrar nas casas, a qualquer hora do dia ou da noite, mesmo sem o consentimento do morador, para prestar socorro ou para determinar a pronta evacuação das mesmas;

II - usar da propriedade, inclusive particular, em circunstâncias que possam provocar danos ou prejuízos ou comprometer a segurança de pessoas, instalações, serviços e outros bens públicos ou particulares, assegurando-se ao proprietário indenização ulterior, caso o uso da propriedade provoque danos à mesma.



República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

Parágrafo único. Será responsabilizado o agente da defesa civil ou a autoridade administrativa que se omitir de suas obrigações, relacionadas com a segurança global da população.

Art. 4º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação devendo vigor por um prazo de 30 (trinta) dias, podendo ser prorrogado até completar o máximo de 90 (noventa) dias.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, ao 1º (primeiro) dia do mês de abril do ano dois mil e treze (2013).

ASSINATURA

Publicado em 01/04/2013

ANEXO J – DECRETO Nº 21 DE 02 DE MAIO DE 2013

República Federativa do Brasil
Estado do Ceará
Município de Juazeiro do Norte
Poder Executivo

DECRETO Nº 21, DE 02 DE MAIO DE 2013.

Prorroga o Decreto nº 16, de 1º de abril de 2013 que declarou situação de emergência na área do Município afetada por intensas precipitações pluviométricas.

O Prefeito Municipal de Juazeiro do Norte-CE, no uso da competência que lhe confere o artigo 72, inc. VII, da Lei Orgânica do Município e com fundamento no art. 2º, inciso III do Decreto Federal nº 7.257, de 04 de agosto de 2010,

Considerando a continuidade dos efeitos da intensa chuva ocorrida no Município entre os dias 27 e 29 de março de 2013;

Considerando a orientação da Coordenadoria de Defesa Civil do Município, no sentido da necessidade de prorrogação da situação de emergência a fim de que sejam concluídas todas as obras e projetos de recuperação de vias públicas e implementação de ações assistenciais.

D E C R E T A:

Art. 1º Fica prorrogado o Decreto nº 16 de 1º de abril de 2013 que declarou situação de emergência na área do Município afetada por intensas precipitações pluviométricas pelo período de 60 (sessenta) dias.

Art. 2º Este Decreto entra em vigor na data de sua prorrogação, devendo vigor por um prazo de 60 (sessenta) dias.

Palácio Municipal José Geraldo da Cruz, em Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, aos 02 (dois) dias do mês de maio do ano dois mil e treze (2013).

ASSINATURA

Publicado em 02/05/2013