



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

BRUNA CIBELE CARVALHO

ANÁLISE DOS IMPACTOS HIDROMETEÓRICOS NO BAIRRO JANGURUSSU
GERADOS EM EVENTO EXTREMO

FORTALEZA

2025

BRUNA CIBELE CARVALHO

ANÁLISE DOS IMPACTOS HIDROMETEÓRICOS NO BAIRRO JANGURUSSU
GERADOS EM EVENTO EXTREMO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Geografia do Centro de Ciência da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharela em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Elisa Zanella

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C321a Carvalho, Bruna Cibele.
Análise dos impactos hidrometeorológicos no bairro Jangurussu gerados em evento extremo / Bruna Cibele Carvalho. – 2025.
29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.

1. Eventos extremos. 2. Impactos hidrometeorológicos. 3. Vulnerabilidade. 4. Jangurussu. I. Título.
CDD 910

BRUNA CIBELE CARVALHO

ANÁLISE DOS IMPACTOS HIDROMETEÓRICOS NO BAIRRO JANGURUSSU
GERADOS EM EVENTO EXTREMO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Geografia do Centro de Ciência da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharela em Geografia.

Aprovada em: 14/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr.^a Maria Elisa Zanella (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Francisca Mairla Gomes Brasileiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antonio Ferreira Lima Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha mãe, Lúcia Izequiel. Mãe, sem você nada teria sido possível. Nem a minha existência, tampouco a realização dos meus sonhos. Essa conquista é nossa!

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à minha irmã, Carol Izequiel, e ao meu cunhado, Marcelo Martins. O amor de vocês me alimentou de referências e de suporte. Obrigada por toda a ajuda na construção deste trabalho, e por serem uma das minhas bases de sustentação.

Dando continuidade aos agradecimentos, gostaria de aproveitar este espaço para dedicar um agradecimento muito especial para uma grande amiga, que ganhei ao longo do exercício da Geografia no mercado de trabalho: Luciane Mara. Você foi acolhimento nas horas em que tudo parecia muito distante. Sou muito grata pela sua existência, sobretudo, pelas tardes de escrita com café sem açúcar e pães quentinhos na sua casa.

Agradeço à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Maria Elisa Zanella, que despertou o meu amor pela Climatologia no meio da minha formação. Elisa, você é extraordinária. Contigo pude aprender além do academicismo. É uma honra viver em um mundo em que compartilho a existência com potências femininas iguais a você.

Também sou grata à Geografia e a todas as vivências pessoais e profissionais que pude experimentar ao estudar esta ciência tão completa. Agradeço ao PET Geografia UFC, aos professores e todos os outros profissionais do departamento.

Não sendo muito diferente de todos os alunos, sou grata pela amizade que cultivei com meus amigos da graduação: Geovannia Maria, Felipe Ferreira, João Pedro e Luana Vitória. Junto de vocês eu pude crescer e construir laços importantes de afeto e confiança. Obrigada por serem tão perspicazes no humor autodepreciativo!

Por fim, meu muito obrigada à Universidade Federal do Ceará e à educação pública e de qualidade. Sem o acesso à educação gratuita, eu dificilmente teria pensado em cursar o ensino superior.

A Geografia é tudo que nela há e como geógrafa sou tudo que ela me deu. Obrigada!

RESUMO

Eventos extremos na Climatologia têm ganhado cada vez mais espaço como objeto de estudo, principalmente no que diz respeito à frequência com a qual eles ocorrem. Os impactos consequentes dos eventos extremos não são sentidos de forma igual em todo o território atingido, considerando que ele não é homogêneo e conta com a distribuição de desigualdades, fator muito importante no que diz respeito à capacidade de resposta da população frente a sua exposição aos eventos extremos. Nesta perspectiva, o presente estudo se propõe a classificar a intensidade de eventos de chuva e realizar uma análise dos impactos hidrometeorológicos gerados por um evento extremo ocorrido no dia 24 de fevereiro de 2019, no bairro Jangurussu, na cidade de Fortaleza. A metodologia de quartis foi utilizada no estudo para realizar a classificação da intensidade dos episódios de chuva com totais diários acima de 20mm. A partir da classificação da intensidade dos eventos, pode-se elencar as datas em que ocorreram os eventos extremos de altíssima intensidade. Para análise dos impactos, foram utilizados acervos jornalísticos e realizadas visitas a campo, para coleta de relatos e registros fotográficos das áreas mais atingidas no bairro. Como resultado pode-se perceber que a ocorrência dos eventos extremos de muita intensidade têm aumentado nos últimos 30 anos (1994-2024), mesmo que pouco e se percebe que a vulnerabilidade da população frente à ocorrência dos impactos é resultado da relação entre as condições de habitação precárias, agravados pela deficiência em aspectos básicos e necessários para que se configure um padrão de vida mais digno para os residentes do Jangurussu. A realidade da população deste bairro, e de outros que passam por situações semelhantes, tem sido lidar com os impactos resultantes dos eventos extremos de chuva sem que consigam ter as condições socioeconômicas necessárias para responder sem grandes prejuízos.

Palavras-chave: Eventos Extremos; Impactos Hidrometeorológicos; Vulnerabilidade; Jangurussu.

ABSTRACT

Extreme events in climatology have increasingly become a key area of study, particularly regarding the frequency with which they occur. The impacts of these extreme events are not felt uniformly across the affected areas, as the territory is not homogeneous and is marked by unequal distributions of resources—an important factor when considering the population's ability to respond to exposure to such extreme events. In this context, the present study aims to classify the intensity of rainfall events and analyze the hydrometeorological impacts caused by an extreme event that took place on February 24, 2019, in the Jangurussu neighborhood in the city of Fortaleza. The quartile methodology was employed in this study to classify the intensity of rainfall events with daily totals exceeding 20mm. Based on this classification of event intensities, it was possible to identify the dates on which extremely high-intensity extreme events occurred. For the impact analysis, journalistic archives were consulted, and field visits were conducted to gather reports and photographic records from the most affected areas in the neighborhood. The results indicate that the frequency of extreme events with high intensity has increased over the past 30 years, although only slightly. It also became evident that the population's vulnerability to these impacts is the result of the interplay between inadequate housing conditions and deficiencies in essential services, which prevent the establishment of a more dignified standard of living for the residents of Jangurussu. The reality for the population in this neighborhood, and others in similar situations, is that they are forced to cope with the impacts of extreme rainfall events without the necessary socioeconomic resources to respond effectively and without significant losses.

Keywords: Extreme Events; Hydrometeorological Impacts; Vulnerability; Jangurussu.

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário global, a humanidade enfrenta problemáticas relacionadas a ocorrência de desastres naturais como episódios de alagamentos, inundações, deslizamentos de terra, longos períodos de seca ou alguma outra consequência decorrente do acontecimento de algum evento extremo climático associado a altos níveis de precipitação ou ao aumento elevado da temperatura da região afetada.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apontou em seus últimos relatórios que a humanidade caminha rumo a momentos delicados no que diz respeito ao aumento da temperatura global. Uma vez que há desequilíbrio na variável térmica do clima, a dinâmica atmosférica sofre alterações e isto implica no acontecimento de eventos climáticos cada vez mais graves e preocupantes frente ao cenário de mudanças climáticas que assolam o globo terrestre por inteiro. A partir do relatório do IPCC (2022) as mudanças climáticas decorrentes da ação antropogênica têm sido as responsáveis pelo aumento da frequência com que eventos meteorológicos e climáticos extremos ocorrem, levando a cenários desastrosos que ameaçam a integridade humana.

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios globais na atualidade, isto se dá porque elas afetam tanto os aspectos ambientais quanto sociais e econômicos da humanidade. A concentração de CO₂ na atmosfera segue aumentando devido à emissão gerada por atividades antrópicas e isso representa perigo, além de causar alterações significativas nos padrões climáticos globais (El País, 2024).

Entretanto, a reverberação dos efeitos do acontecimento de episódios climáticos extremos não é percebida de forma igual. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), mais de 8 milhões de pessoas, sendo em sua maioria vulneráveis socioeconomicamente, moram em áreas de elevado risco para o acontecimento de desastres no Brasil.

Levantamentos feitos por pesquisadores da plataforma MapBiomas indicam que nos últimos 38 anos a urbanização em áreas suscetíveis a serem impactadas pela ocorrência de desastres climáticos triplicou no Brasil. Esse processo ocorreu especialmente em áreas consideradas como favelas, onde o índice de crescimento quase quadruplicou. Atualmente, 3% das áreas urbanas do país são consideradas áreas de risco, em favelas o percentual é de 18%. Isso se dá, principalmente, porque o valor do terreno nestas áreas é menor.

A urbanização na cidade de Fortaleza ocorreu de forma rápida e descontrolada, o que é uma condição propícia para a reprodução de desigualdades no espaço. A metrópole enfrenta

problemas graves no que diz respeito à sua capacidade de superar os impactos hidrológicos desencadeados pela ocorrência de chuva, especialmente durante a quadra chuvosa (de fevereiro a maio), período em que se concentram os maiores índices pluviométricos durante o ano na região. De forma geral, os problemas são oriundos da deficiência na rede de drenagem pluvial, de ocupações irregulares no solo e da falta de planejamento urbano considerando as mudanças climáticas (G1, 2023).

Fortaleza, capital do estado do Ceará, está localizada na porção norte do Estado, no litoral cearense. O município possui população de 2.428.708 habitantes em uma extensão territorial de 312,353 km² (IBGE, 2022). O que a faz ser a capital com a maior densidade demográfica do Brasil. Sua administração executiva está dividida em 12 Secretarias Regionais que administram os 121 bairros da cidade, dados disponíveis na plataforma Fortaleza em Bairros (<https://bairros.fortaleza.ce.gov.br/fortaleza>).

O presente estudo foca na abordagem dos impactos hidrometeorológicos ocorridos no bairro Jangurussu. A escolha da área justifica-se pela sua susceptibilidade frente à exposição ao risco de desastres, a partir da análise de de Zanella *et al.* (2009) em que tratam a vulnerabilidade socioambiental como uma condição existente em um espaço em que ambientes e situações de risco coincidem de forma simultânea, expondo os indivíduos e grupos sociais que nele habitam às adversidades provenientes de fenômenos naturais severos.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo realizar a análise dos eventos extremos de chuva e seus impactos decorrentes no bairro Jangurussu. Para tanto, foi necessário identificar e classificar os eventos extremos; elencar os impactos do evento extremo ocorrido no dia 24 de fevereiro de 2019 e estabelecer a relação entre os impactos gerados e a vulnerabilidade da população.

1.1 Caracterização da área de estudo

Os traços que formam o bairro Jangurussu começaram a ser desenhados a partir do início da década de 1990, quando foram criadas políticas públicas habitacionais para o reassentamento de moradores retirados de áreas de risco. Isso marca os tipos de residências encontradas até hoje, pois em sua maioria são pertencentes a conjuntos habitacionais e mutirões. Ao longo dos 8 km² de área, existem vários conjuntos como o Tamandaré, São Cristóvão, Maria Tomásia, Sítio Estrela, Sítio São João e Patativa do Assaré que anteriormente eram limitados aos territórios das habitações populares construídas. Entretanto, à medida em que o índice de ocupação do bairro foi aumentando, esses conjuntos deram identidade aos seus territórios em

escala local, gerando uma auto-identificação pelos próprios moradores a partir de divisões criadas livremente nos traçados do Grande Jangurussu.

Pelo levantamento de dados do último censo do IBGE (2022), o bairro Jangurussu tem uma densidade populacional de 8.831 hab/km². Nos últimos 12 anos, sua população cresceu em 20.172 habitantes. Esse crescimento fez o Jangurussu ultrapassar o bairro Barra do Ceará no quesito população. No que diz respeito ao uso e ocupação do solo, predominam-se atividades para fins residenciais. Atualmente estão registradas 18.727 unidades de habitação, com a existência de 27 assentamentos precários, ocupados por uma população mais pobre.

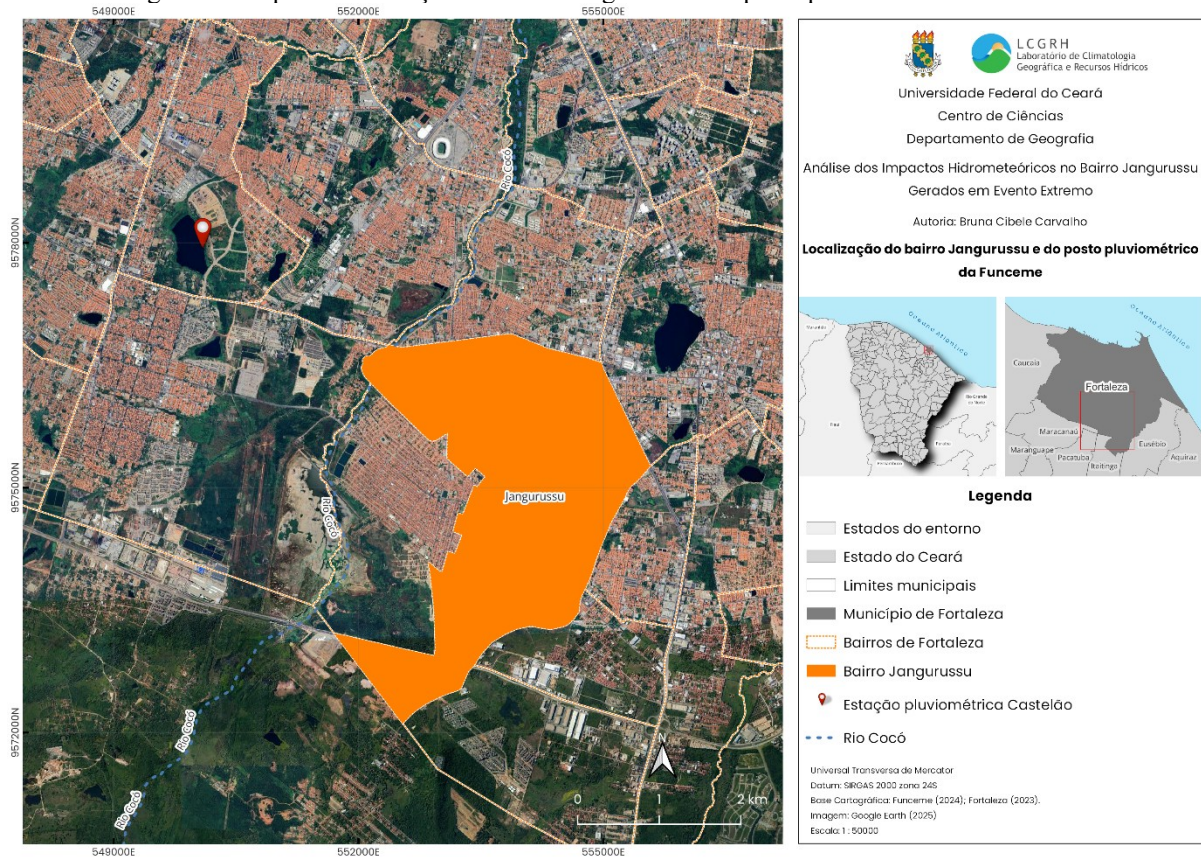
O Jangurussu está inserido em um contexto delicado no que diz respeito a problemáticas ambientais relacionadas a resíduos sólidos e planejamento urbano eficaz na drenagem pluvial e esgotamento sanitário. Parte destes problemas está relacionada com a instalação de um lixão, em 1978, sob a gestão do prefeito da época, Juraci Magalhães. O lixão, ou “rampa do Jangurussu”, funcionou por uma década, chegando a ocupar uma área de 24 ha com quase 40 metros de altura compostos por resíduos depositados diretamente no solo, sem triagem ou tratamento.

Ainda hoje podem ser observadas as consequências da existência do lixão tanto na população como no ambiente. Levando em consideração que nas proximidades de onde hoje existe apenas uma formação de relevo coberta por vegetação, também existem ocupações de casas cuja estrutura é composta basicamente de papelão e madeira. Com o aumento da ocupação da área do bairro, as áreas suscetíveis a desastres têm sido preenchidas por uma parcela da população que é de carente de políticas públicas capazes de oferecerem direitos básicos, como uma moradia segura.

Segundo Santos (2011), ocorrem três unidades geomorfológicas diferentes na área em que o bairro está situado: Planície Fluvial, Terraços Fluviais e Tabuleiros Pré-litorâneos, onde existem níveis de fragilidade distintos em cada uma dessas unidades. As áreas de planícies fluviais são as mais frágeis quanto a fatores que limitam a ocupação, pois são atingidas por episódios de inundações frequentes.

Ainda conforme Santos (2011), a maior parte do território está inserido em áreas de tabuleiros pré-litorâneos que apresentam condições propícias para o crescimento da ocupação humana, tendo predominância de construções residenciais e comerciais. Apesar da estabilidade morfodinâmica, essas áreas ainda enfrentam a existência de episódios de alagamentos, associados à elevada impermeabilização do solo, planificação do terreno e problemas de drenagem urbana que resultam em prejuízos no processo de escoamento superficial das águas das chuvas.

Figura 1 - Mapa de localização do bairro Jangurussu e do posto pluviométrico da Funceme.



Fonte: Autora (2025).

Além disso, o bairro tem parte do seu território inserido na bacia hidrográfica do Rio Cocó (Figura 1), que possui seu alto curso localizado em áreas de maior altitude, em relevos de maciços cristalinos (Serra da Aratanha) e seu médio e baixo curso perpassando por áreas mais urbanizadas. De acordo com estudos que analisaram os impactos socioambientais no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, foi identificado que as margens do rio, principalmente em seu médio e baixo curso, estão em sua maior parte em áreas planas que são densamente ocupadas (Zanella *et al.* 2013).

A situação descrita acima desencadeia várias problemáticas relacionadas aos impactos hidrológicos, visto que o leito do Rio Cocó é também destino de escoamento das águas pluviais e suas margens são delimitadas pelas planícies de inundação. Estas áreas naturalmente são cobertas pela lâmina d'água em episódios de cheia, o que causa inundações periódicas. Porém, o fenômeno causa também impactos negativos no meio urbano devido à existência da ocupação irregular por parte de populações carentes ao longo dos cursos do rio, que, por sua vez, expõe as comunidades às problemáticas desencadeadas por episódios de chuvas mais fortes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evento Extremo

Eventos extremos podem ocorrer pela intensificação da influência antrópica na dinâmica ambiental de forma isolada ou associada a outro fator (ambiental ou espacial) em diferentes espaços, podendo ser classificados como: hidrológico, climatológico, geológico ou meteorológico (Freitas *et al.*, 2015). Esses eventos ainda não estão enquadrados dentro de um único modelo existente capaz de ser dado como fixo na eficácia de definir o episódio como extremo em si. Pois, a depender do contexto e da abordagem, o evento pode ser classificado a partir da aplicação de diferentes métodos.

Marengo (2024) definiu que os eventos extremos de maior influência para a vida humana são os eventos de curto prazo, envolvendo tempo, e os de médio prazo relacionados ao clima. Para a Climatologia em geral, o conceito está comumente relacionado aos eventos climáticos associados a longos períodos de seca (estiagem, ausência de precipitação) ou a longos períodos - ou intensos episódios - de chuva (quando há precipitação). O que é definido por Monteiro (2016), como “episódios raros, de aparição extraordinária” cuja análise da precipitação varia entre a ausência total de valores ou registros de números superiores (os eventos máximos de precipitação) em diferente escala temporal.

Ao analisar os eventos extremos de chuva, na perspectiva social/integral, Monteiro e Zanella (2019) apontaram que os impactos causados por estes não podem ser atribuídos somente pela ausência ou presença de chuva. De acordo com Roldão, Santos e Oliveira (2012) a precipitação é uma constituinte meteorológica bastante variante no que diz respeito a sua distribuição no espaço geográfico, pois é condicionada pela soma de múltiplos fatores e variáveis. Logo, um evento extremo tem seus efeitos especializados no local de ocorrência de forma distinta. Alguns componentes ditam a variação no nível de impacto sentido pela população, como exemplo, a vulnerabilidade tratada mais adiante neste estudo.

Independente das variáveis presentes na dimensão social/integral da análise dos efeitos de um evento extremo de chuva, eles são considerados extremos, pois geram danos importantes nas esferas sociais e econômicas das populações atingidas pela sua ocorrência. Os eventos extremos de precipitação também podem ser originados a partir de uma ordem física, sendo considerados apenas os fatores que causaram a pluviosidade (Monteiro e Zanella, 2017; Monteiro e Zanella, 2019). Entretanto, no que tange a distribuição destes eventos no território brasileiro, não há uniformidade nos parâmetros, pois trata-se de um país com dimensões

continentais, diferentes tipos de clima, solos e relevo. Além disso, a forma com a qual o homem interage com os elementos do seu meio, também varia de região para região, o que pode modificar o meio físico de forma estrutural trazendo mais susceptibilidade à ocorrência dos eventos e à intensidade de seus impactos.

De uma outra vertente, um evento extremo pode ser entendido a partir de um dimensionamento de ideias mais atribuídas a meios físicos/estatísticos que tratam de forma mais específica a compreensão a partir de uma análise, mais pragmática e matemática, da origem e padrão da ocorrência de episódios de chuva identificados como extremos. E a partir disto, os eventos extremos categorizados nos máximos de precipitação e ocorridos em um curto período de tempo ganham maior destaque, pois, geralmente, têm a repercussão de seus impactos mais registrados pelos veículos midiáticos, devido a maior frequência com que ocorrem (Monteiro; Zanella, 2019).

Para a compreensão do que se tem como extremo, deve-se identificar o que é considerado como habitual. E, para isto, se faz necessária a aplicação de metodologias estatísticas para o estudo de séries históricas que ditam a variação do ritmo climático. Goodin *et al.* (2004) admite que, do ponto de vista estatístico, os eventos extremos são menos frequentes, com diferentes magnitudes e duração ao longo do tempo. Então a acurácia do método em reconhecer os padrões e extremos da amostra irá depender da gama de anos dos registros climáticos analisados. Para tanto, alguns autores definem, a partir da análise pluviométrica ao longo dos anos, uma base para definir seus intervalos de classificação, pois como já dito, os efeitos e a categorização de um evento extremo não podem ser tidos como universais, devido às particularidades ambientais e sociais dos locais em que ocorrem.

Conti (2011) descreveu que, em episódios de chuva intensa, a reverberação dos efeitos do evento no espaço urbano começa a partir de acumulados pluviométricos de 50mm/24h. A definição destas bases, associadas a aplicação de técnicas estatísticas possibilitam levantamentos que devem ser estudados de forma mais objetiva, considerando o uso da Estatística e de outras áreas correspondentes ao estudo do clima, como ferramentas que aumentam a compreensão da origem e a dispersão dos eventos ao longo do tempo. Dessa forma, a humanidade pode prever e investir mais na prevenção dos eventos extremos, podendo se antecipar frente aos desastres que eles causam a partir de intervenções melhoradas e eficazes (Monteiro e Zanella, 2017).

2.2 Impactos Hidrometeoricos

Monteiro (1976), ao produzir sobre o Clima Urbano, propôs a Teoria do Sistema Clima Urbano (SCU) como síntese capaz de relacionar os efeitos da interferência antrópica, atrelada ao processo de urbanização do espaço no clima, que é afetado em diferentes escalas, podendo ser regionais ou locais, por meio das alterações no espaço, onde interferem as condições meso e/ou microclimáticas. Ainda segundo o autor, as repercussões dessas interferências podem causar efeitos variados tanto no sentido de tipos de impactos desencadeados quanto na intensidade com a qual eles se apresentam.

A partir da esquematização presente no SCU, os impactos oriundos da soma da interferência humana no clima geram resultados que não podem ser atribuídos somente às dinâmicas climáticas regionais de forma isolada. Para melhor categorização das formas de percepção dos impactos, na perspectiva humana, Monteiro (1976) definiu três subsistemas: Termodinâmico, Físico-Químico e Hidrometeorico, os quais tratam, respectivamente, sobre conforto térmico, qualidade do ar e impactos meteorológicos.

Quando se abordam temáticas relativas à circulação atmosférica, como a dinâmica dos ventos, ilhas térmicas urbanas, sensações de conforto ou desconforto térmico ou até mesmo o aumento de eventos de precipitação, analisa-se o clima urbano a partir do Subsistema Termodinâmico. Ao realizar observações sobre os níveis de poluição do ar e a dinâmica dos ventos que propicia a dispersão ou a concentração de poluentes, fala-se do Subsistema Físico-Químico. A análise dos impactos causados pela ocorrência de eventos de precipitação nas cidades está incluída no campo do Subsistema Hidrometeorico e é a principal abordagem deste trabalho.

Monteiro (1996) trouxe à discussão a importância de se observar todos os aspectos presentes nos ambientes, principalmente, o urbano para que sejam pensadas respostas frente aos impactos, fundamentadas no conhecimento científico aprofundado. E, para atingir esse objetivo, faz-se necessário relacionar os vários elementos, variáveis e processos contidos em um sistema na conceitualização do espaço.

Lima e Filho (2016) relacionam as modificações do espaço urbano causadas por suas populações para diferentes usos como um dos principais fatores que ampliam o grau do impacto causado por episódios de alagamentos, inundações e enchentes. Ainda que, diante de um episódio de chuva, seja natural a ocorrência dos episódios anteriormente citados, seus efeitos são potencializados pela urbanização. Isso se dá porque a maior ocupação do solo ocasiona sua compactação, impermeabilização e, por consequência, é gerada perda de espaço infiltrante para

as águas que rapidamente escorrem e acumulam-se nas superfícies mais baixas.

Processos de urbanização descontrolados, com pouco planejamento, atingem de forma mais grave as camadas mais vulneráveis da sociedade. Estas que são obrigadas, frente às desigualdades socioeconômicas, a ocuparem áreas de risco mais suscetíveis à ocorrência de desastres. Esse cenário é multiplicado em todas as grandes e médias cidades brasileiras.

A cidade de Fortaleza tem suas problemáticas relacionadas à ocorrência de chuva a cada ano, principalmente durante o período chuvoso. Os efeitos dos impactos gerados por esses episódios são sobressalentes e resultantes de diversos fatores, especialmente da vulnerabilidade da sociedade, frente aos impactos hidrometeorológicos (Lima, Santos e Zanella, 2018), oriunda da deficiência estrutural nos sistemas hidrológicos de saneamento sanitário e drenagem pluvial. Ademais, pode-se incluir as ocupações humanas em ambientes que naturalmente são propícios ao acontecimento de eventos como inundações, alagamentos, enchentes e movimentos de massa.

Os impactos hidrometeorológicos não são fáceis de serem previstos, sendo melhor investir em ações que os previnam e minimizem os seus efeitos na superfície urbana (Monteiro, 2003). A prevenção só é possível a partir de estudos que possam relacionar a origem do fenômeno atmosférico com os efeitos causados por estes nas sociedades.

2.3 Vulnerabilidade

O adensamento de populações, má distribuição de terras e as desigualdades sociais críticas aumentam o número de pessoas vivendo em situações de baixa qualidade de vida em várias cidades do mundo, especificamente nas áreas urbanizadas tornando-as propensas às consequências trágicas de desastres. Esses, associados à mudanças climáticas, aumentam suas ocorrências, assim como podem ser intensificados por eventos extremos. Desastres referem-se a resultados de um evento adverso natural ou ocorrido por ação antrópica em sistemas físicos e biológicos que causam danos nas mais diversas competências, seja em termos de saúde, perdas de vida, bens materiais, ambientais entre outras (Freire, Bonfim e Natenzon, 2014).

O intenso uso e ocupação do solo também é característico em regiões metropolitanas, sendo a ocupação de áreas de risco um fator que potencializa as consequências dos desastres e os impactos gerados a populações específicas que habitam essas áreas. As chuvas resultantes de eventos extremos podem trazer risco à vida e à saúde dessas populações que ainda sofrem com frequentes epidemias de doenças de veiculação hídrica (Freire, Bonfim e Natenzon, 2014; Oliveira Júnior *et al.* 2021).

Dessa forma, entende-se que o desastre envolve os perigos naturais e a vulnerabilidade. Esse termo nos reporta a dimensões físicas, ambientais, sociais e econômicas, dentro do contexto geográfico. Conforme Oliveira, Pinto e Mendonça (2016), a vulnerabilidade é resultante de um conjunto de condições e/ou características que podem tornar-se elementos potenciais em aumentar as respostas aos efeitos de fenômenos que afetam as condições de bem estar. A existência de áreas vulneráveis é reflexo de um sistema frágil que toda a sociedade está inserida e que não possui competência (ou não a revela) em superar a anormalidade provocada por eventos que são possíveis de prever, dentro de uma perspectiva de planejamento, acarretando em consequências a populações abastadas, além de ecossistemas.

Para Freire, Bonfim e Natenzon (2014), a vulnerabilidade está associada a relações macro e microssociais de defesa contra perigos. Essas relações referem-se à organização do território, acesso a recursos naturais e bens materiais, serviços de infraestrutura e demais serviços públicos. Os autores abordam que especificamente no Brasil, a pobreza é estrutural e associada à injustiça social, elevando a vulnerabilidade aos eventos hidrometeorológicos. Compreende-se assim a necessidade de identificação da população sob maior risco para a adoção de medidas de adaptação ou proteção.

De acordo com Freitas *et al.* (2012), condições de vulnerabilidade resultam de processos sociais e mudanças ambientais. Os sociais são referentes às condições de vida precária e proteção dos grupos sociais pelas políticas públicas em aspecto de trabalho, renda, saúde, educação, habitação, acesso a saneamento entre outros. Já as mudanças ambientais se dão pela degradação do meio ambiente em que esses grupos sociais estão sujeitos a viver ou sofrer as consequências de forma mais direta, tais como: áreas de proteção ambiental ocupadas, desmatamento de encostas e matas ciliares, poluição de águas, solos e ar. Diante disso, a vulnerabilidade socioambiental surge do resultado simultâneo entre as condições de vida precárias e os ambientes degradados que se caracterizam pela baixa capacidade de redução de riscos e danos.

Pedraza-Gama, Perevochtchikova e Galeana-Pizaña (2024) abordam ainda o termo como vulnerabilidade socioecológica a partir da integração dos aspectos de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. A exposição trata-se do ambiente biogeofísico ou sistema ecológico exposto aos eventos causadores de impactos medidos por sua frequência, duração e magnitude. A sensibilidade aponta as condições sociais e ecológicas que permitem às pessoas sofrerem as mudanças causadas por esses eventos. Nesse sentido, varia de acordo com aspectos socioeconômicos e políticos em que a população está inserida, independentemente da presença de um evento de risco. Por fim, a capacidade adaptativa remete à ação das decisões em âmbito

político em prol da gestão de risco dos eventos, no intuito de fornecer recursos para as populações afetadas.

3. METODOLOGIA

3.1 Coleta de dados pluviométricos

Considerando o contexto de exposição a grandes impactos desencadeados por eventos de chuva no território do bairro Jangurussu, o estudo relaciona os impactos provenientes de eventos intensos de chuva no bairro a partir dos impactos desencadeados no dia 24 de fevereiro de 2019. Para a identificação e classificação desses eventos, foram coletados os dados de uma série histórica de 30 anos (1994-2024) da estação pluviométrica mais próxima da área alvo (Figura 1), no caso, o posto Castelão, da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) com localização dada pelas coordenadas Norte (y - 9578262,44) e Este (x - 550090,46).

3.2 Classificação da intensidade dos episódios de precipitação

Para compilação, análise, seleção e tratamento dos dados pluviométricos foram utilizados *softwares* como Microsoft Excel e Bioestat. A eleição dos eventos de chuva e classificação da intensidade dos impactos destes eventos foi feita por meio da aplicação de um método de estatística descritiva, denominado por Metodologia de Quartis ou *Box Plot*.

A estatística é uma ferramenta muito utilizada na Climatologia, principalmente para análises de séries históricas com grande conjunto de anos. Para que a Climatologia Urbana cumpra um de seus papéis frente à contribuição na proposta de planejamento e gestão do ambiente urbano, o uso de métodos estatísticos na análise de dados permite uma identificação mais fidedigna no processo de observação da ocorrência de extremos associados ao clima (Schneider, 2014).

O *Box plot*, também conhecido como diagrama de caixa, é uma ferramenta estatística amplamente utilizada e fácil de entender, que permite identificar valores atípicos, levando em conta a assimetria e a dispersão dos dados em um conjunto específico (Triola, 2008). A técnica gera uma figura gráfica a partir da reunião de dados que relacionam informações de uma determinada variável. O *Box plot* é muito utilizado na análise de características pluviométricas temporais por apresentar boa confiabilidade para escalas anuais e mensais de observação (Zhao,

2019).

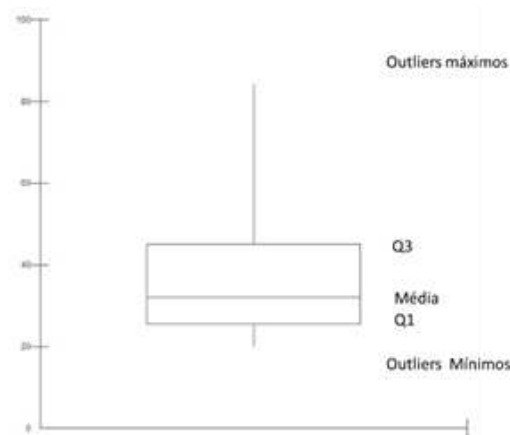
A Metodologia de Quartis permite que a análise de eventos extremos possa ser incluída no conjunto de dados sem que haja a contaminação da série, permitindo a observação do ritmo climático. Para isso, é recomendado, adotando o sugerido por Galvani e Luchiari (2004), que em séries a partir de 30 anos sejam reservados de 5 a 10% dos valores para a separação dos *outliers* (valores discrepantes). No caso desta pesquisa, foram considerados 5% dos valores como valores discrepantes, calculados a partir da porcentagem em relação ao número de eventos de chuva, dos quais foram considerados elegíveis os superiores a 20 mm por dia, pois a partir deste valor de precipitação já são perceptíveis transtornos derivados da chuva na cidade, que variam desde problemas de locomoção até o empoçamento da água em alguns pontos.

Após a exclusão dos valores inferiores a 20mm, restaram 694 eventos. Destes, foram retirados e classificados os 35 eventos de menor valor e os 35 eventos de maior valor de uma série histórica de 30 anos (1994 - 2024). Portanto, nessa etapa foram identificadas as classes de dados da série de valores discrepantes mínimos e de valores discrepantes máximos, representando as classes de Baixíssimo Impacto e Altíssimo Impacto. Esses valores foram retirados e inseridos novamente no conjunto da amostra após a realização da técnica do *Box plot*.

O gráfico resultante (Figura 2) possui um eixo horizontal e um vertical, que representa os valores das variáveis utilizadas no estudo. Têm-se como produto, um retângulo em que a base inferior já representa o primeiro quartil (Q1). O segundo quartil (Q2) é indicado pela mediana, que representa a divisão dos dados do conjunto em duas partes iguais, marcado por um traço horizontal no interior do retângulo. O terceiro quartil (Q3), engloba os valores contidos desde a mediana até a base superior do retângulo. Adiante, são traçadas duas retas na vertical, em que uma delas vai do ponto médio da base inferior do retângulo em direção aos valores discrepantes, ou outliers, mínimos. Enquanto a outra, parte da base superior do retângulo em direção aos outliers máximos.

É importante lembrar que, quartis são valores que dividem um conjunto de dados em partes iguais; entre os outliers mínimos e o Q1, existem os valores mínimos; entre o Q3 e os outliers máximos, estão os valores máximos. Os valores mínimos e máximos não se configuram como discrepantes, pois ainda estão contidos no intervalo de valores habituais.

Figura 2 - Exemplo de gráfico do box plot.



Fonte: Autora (2025).

Ao final da construção do *Box plot* e da reintegração dos valores discrepantes à amostra, classificou-se a intensidade dos impactos dos eventos de chuva na cidade de Fortaleza, especificamente no bairro Jangurussu, em cinco classes distintas: Baixíssima Intensidade, Baixa Intensidade, Média Intensidade, Alta Intensidade e Altíssima Intensidade.

3.3 Levantamento dos impactos causados pelas chuvas no território

Para realização da análise e interpretação dos dados de chuva e dos impactos gerados pelos episódios extremos, foram feitas pesquisas documentais e bibliográficas. Na identificação dos impactos gerados na data escolhida pela autora, foram utilizadas notícias disponibilizadas por veículos de imprensa como “Diário do Nordeste” e jornal “O Povo”, além de visita a campo para a produção de registros fotográficos e levantamento do perfil da população e das moradias presentes na área de estudo. Para a identificação dos sistemas e fenômenos atmosféricos atuantes no dia 24 de fevereiro de 2019, foram utilizadas imagens do satélite meteorológico Meteosat 9, canais color e realce, disponibilizadas no site do CPTEC/INPE.

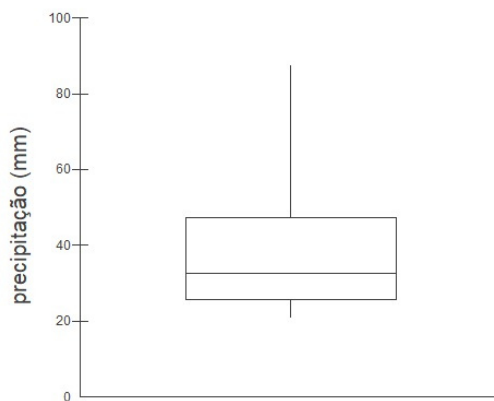
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação dos eventos extremos de chuva

A classificação dos eventos de chuva foi realizada como método para elencar a intensidade dos episódios a partir da análise dos totais pluviométricos identificando os eventos extremos, principalmente os de alto valor de precipitação, os maiores geradores de impactos

negativos dentro do ambiente urbano. Ao todo, foram retirados e classificados 35 episódios de cada categoria. Foi utilizado o *software* BioEstat para a definição das 3 categorias de intensidade dos 624 eventos de chuva restantes, gerando o gráfico da Figura 3.

Figura 3 - Box plot dos totais pluviométricos diários, sem os outliers (1994-2024).



Fonte: Autora (2025).

Na amostra de 624 eventos, foi definido pelo *software* estatístico que o valor mínimo era de 20,8 mm e o máximo, 87,4 mm. Com estas informações, após a adição dos 70 eventos (*outliers*) anteriormente retirados, obteve-se a primeira e última classe de intensidade dos eventos, marcando que todos os episódios contidos entre 20 e 20,8 mm estão classificados como os episódios de eventos extremos de menor precipitação, ou seja, baixíssima intensidade. Todos aqueles acima de 87,4 mm são de altíssima intensidade, contidos os eventos extremos de chuva com os maiores valores, foco desta pesquisa.

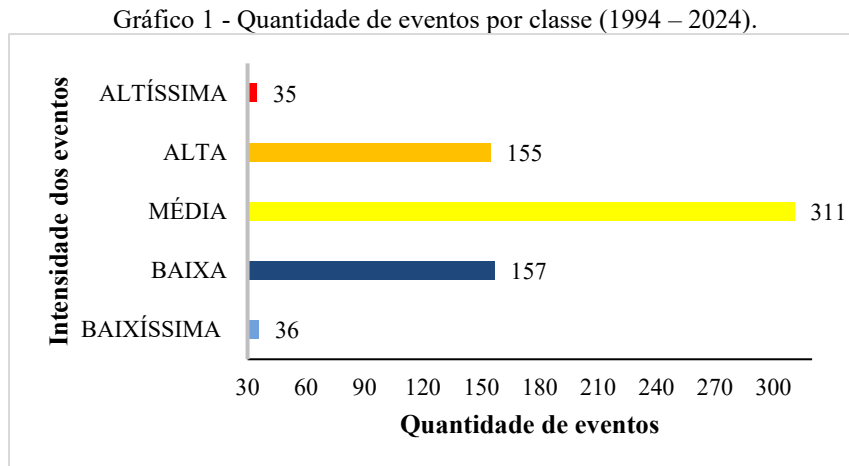
Os episódios cujo valor de precipitação diária está contido entre o valor mínimo e o primeiro quartil (25,60 mm), eles foram classificados como de baixa intensidade. A classe de média intensidade são os valores regulares que se apresentam em maior quantidade na amostra, eventos contidos entre o primeiro e o terceiro quartil (47,3 mm). Por fim, a classe de alta intensidade detém os episódios cujo total diário de precipitação está entre o terceiro quartil (47,3 mm) e o valor máximo (87,4 mm).

Tabela 1 - Classificação da intensidade dos eventos de chuva.

Intensidade do evento	Precipitação (mm)
Baixíssima	20 - 20,8
Baixa	20,9 - 25,6
Média	25,7 - 47,3
Alta	47,4 - 87,4
Altíssima	>87,4

Fonte: Autora (2025).

O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos eventos por classe, totalizando 36 eventos de chuva de baixíssima intensidade. Na classe de baixa intensidade foram registrados 157 eventos. De alta intensidade, foram registrados 155 eventos de altíssima intensidade, eventos extremos com precipitação superior a 87,4 mm, obteve-se 35 eventos.



Fonte: Autora (2025).

Conti (2011) afirmou que, a partir de 50mm/24h, os efeitos de um evento de chuva no espaço urbano podem ser sentidos de forma importante de modo a gerar impactos na dinâmica da cidade e da vida da população. Nessa perspectiva, a discussão deste estudo será focada nas classes de média a altíssima intensidade, considerando que um dos objetivos elencados inclui a identificação de impactos decorrentes de episódios extremos de chuva.

Tabela 2 - Quantidade de eventos de cada classe por década.

Década	Intensidade	Nº de eventos
1994 - 2004	Média	110
2004 - 2014		103
2014 - 2024		118
1994 - 2004	Alta	53
2004 - 2014		56
2014 - 2024		54
1994 - 2004	Altíssima	10
2004 - 2014		13
2014 - 2024		14

Fonte: Autora (2025).

Observando a distribuição dos eventos por década (Tabela 2), percebeu-se que na classe de média intensidade entre as décadas de 1994-2004 ocorreram 110 eventos, já entre 2004-2014 houve uma diminuição de 7 eventos em comparação à década passada, resultando

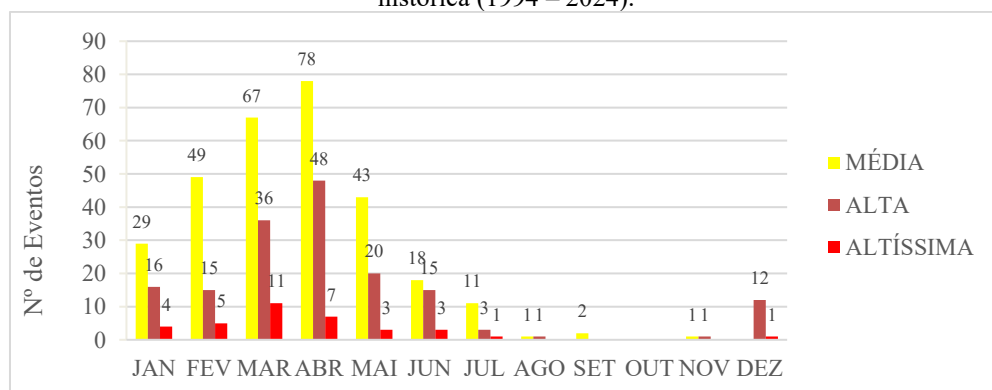
no registro de 103 eventos nesta década. Número que cresceu para 118 eventos na década de 2014-2024, com uma adição de mais 18 eventos quando se analisa 2014-2024, com diferença de 8 eventos de média intensidade a mais quando comparado com 1994-2004.

A classe de alta intensidade tem uma diferença de 3 eventos a mais quando se compara 1994-2004 com 2004-2014, pois em cada década ocorreram, respectivamente, 53 e 56 eventos. Entre as décadas de 2004-2014 e 2014-2024 foi observada uma queda de 2 episódios, pois de 56 eventos, foram registrados 54 eventos entre 2014-2024.

Já os eventos de altíssima intensidade, considerados eventos extremos com alto potencial de gerar impactos negativos de forma significativa no meio urbano, apresentaram comportamento de crescimento ao longo das 3 décadas analisadas. De início, entre as décadas de 1994-2004 e 2004-2014 houve um aumento de 3 episódios na frequência de sua ocorrência. Entre 2014-2024, houve o aumento de 1 evento na frequência. Comparando-se as décadas de 1994-2004 e 2014-2024, notou-se um crescimento na ocorrência de eventos extremos em 4 eventos, o que pode estar relacionado às mudanças climáticas que impactam na dinâmica atmosférica e facilitam o aumento da frequência de ocorrência dos eventos extremos.

A partir da análise do Gráfico 2, percebe-se que a distribuição dos eventos de precipitação estão concentrados nos primeiros meses do ano, compreendendo a pré-estação chuvosa (DEZ-JAN) e a estação, ou quadra, chuvosa (FEV-MAI). A frequência dos episódios de chuva cuja intensidade é classificada como média, possui maior expressividade durante o mês de abril, com a ocorrência de 78 episódios ao longo de 30 anos. Assim como a classe de episódios de alto impacto, com 48 episódios ao longo da série sendo registrados no mês de abril. Já os episódios de eventos extremos, classificados como de altíssima intensidade, ocorreram mais vezes durante o mês de março com 11 episódios, seguidos por 7 ocorrências no mês de abril e 5 episódios no mês de fevereiro.

Gráfico 2 - Episódios de chuva de intensidade média, alta e altíssima distribuídos ao longo dos meses da série histórica (1994 – 2024).



Fonte: Autora (2025).

A partir da análise da distribuição mensal dos eventos de média a altíssima intensidade representada pelo gráfico da Figura 6, percebeu-se que a distribuição dos eventos de precipitação estão concentrados nos primeiros meses do ano, compreendendo a pré-estação chuvosa (DEZ-JAN) e a estação ou quadra chuvosa (FEV-MAI). A frequência dos episódios de chuva cuja intensidade é classificada como média, possui maior expressividade durante o mês de abril, com a ocorrência de 78 episódios ao longo de 30 anos. Da mesma forma seguiu a classe de episódios de alto impacto, com 48 episódios ocorridos no mesmo mês. Já os episódios de eventos extremos, classificados como de altíssima intensidade, ocorreram mais vezes durante o mês de março com 11 episódios, seguidos por 7 ocorrências no mês de abril e 5 episódios no mês de fevereiro.

As chuvas durante o primeiro semestre do ano são fortemente influenciadas pela ZCIT, o que explica a concentração da maioria dos episódios de chuva da série até o mês de maio, período em que a banda de nuvens que compõe o sistema está localizada mais no hemisfério sul do globo terrestre. Foram registrados o total de 467 eventos de chuva, com 284 eventos de média intensidade, 150 de alta intensidade e 33 de altíssima intensidade, marcando os extremos de chuva.

O acontecimento de chuvas durante o segundo semestre do ano cai drasticamente, apesar de ainda haver registros durante o mês de julho devido à influência dos Distúrbios Ondulatórios de Leste ou Ondas de Leste. No mês de julho foram registrados 15 episódios, sendo 1 deles considerado extremo. De agosto a novembro, as precipitações foram registradas em 6 episódios, 4 deles de média intensidade e 2 extremos de alta intensidade foram marcados: 1 em agosto e 1 em novembro.

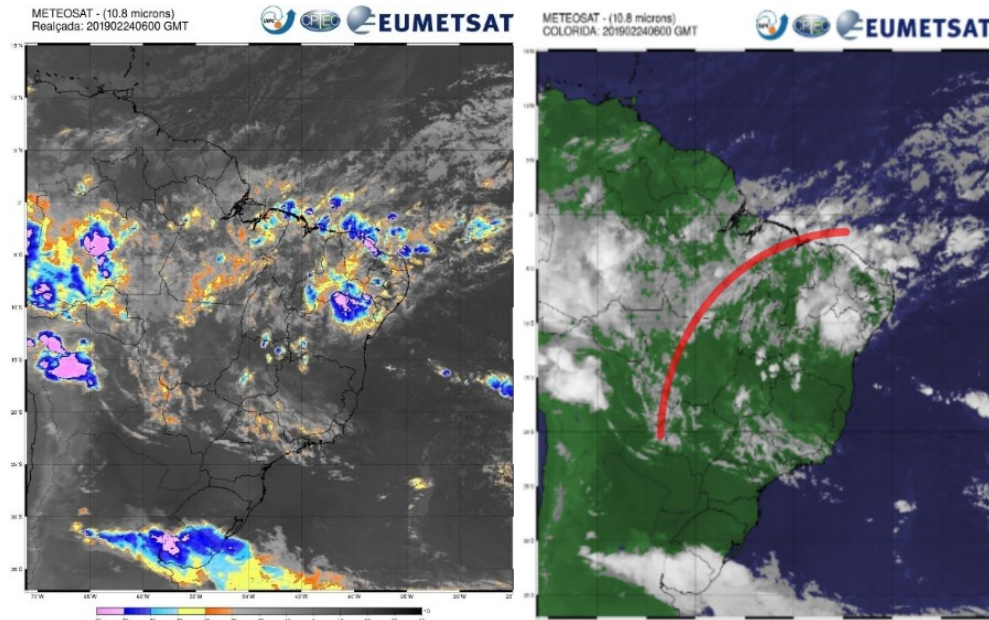
Levando em consideração a distribuição dos eventos extremos e a concentração destes no período da quadra chuvosa, será levantada a gênese e os impactos do evento extremo de chuva que ocorreu no dia 24 de fevereiro de 2019, dia que ficou marcado na memória dos moradores do bairro Jangurussu devido à gravidade dos impactos sentidos durante o evento extremo.

4.2 Sistemas atmosféricos responsáveis pela precipitação do dia 24 de fevereiro de 2019

O dia 24/02/2019 foi marcado por uma precipitação de 120,3 mm de acordo com os dados disponibilizados pelo posto pluviométrico Castelão, da Funceme. Os sistemas atuantes nesse dia, durante o período da manhã, podem ser identificados através da análise da imagem

do satélite Meteosat. Na Figura 4, são observadas as bandas de nuvens que cobriam a região Nordeste.

Figura 4 - Atuação da ZCIT e VCAN às 9h da manhã do dia 24/02/2019.



Fonte: CPTEC/INPE copyright 2010-2012 EUMETSAT.

Realizando a análise da imagem, percebeu-se que há uma banda de nuvens mais ao norte da costa da região Nordeste, que consiste na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, na segunda imagem, marcado em vermelho, é possível visualizar melhor um cavado de nuvens em um movimento de meio giro, no sentido horário, demonstrando que foi registrado também um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN).

A ZCIT é comumente responsável pelos maiores totais de precipitação durante o período da quadra chuvosa do semiárido nordestino. Entretanto, nesse dia em específico, a chuva foi intensificada pela atuação do VCAN como segundo sistema, apesar da sua maior incidência ser durante os meses de dezembro e janeiro, pois são eles que costumam causar precipitações no semiárido nordestino durante a pré-estação chuvosa, não é raro que o VCAN e a ZCIT ocorram juntos em episódios de chuva nos primeiros meses de verão. O que costuma resultar em eventos extremos de chuva, principalmente durante o mês de março. Situação esta que pode ser observada no Gráfico 2, onde a maior concentração do acontecimento de eventos extremos de chuva, ao longo da série histórica, foi durante o mês de março.

4.3 Impactos gerados no episódio e a vulnerabilidade da população do Jangurussu

Como já dito, existe no bairro a predominância de habitações voltadas para fins residenciais e comerciais. Nas áreas mais vulneráveis, com ocupações de características mais simples, é comum que existam residências de tamanho menor, sem espaços no terreno fora das delimitações da própria residência, tampouco há espaços entre as próprias casas, o que resulta em uma paisagem marcada pela continuidade constante de residências geminadas umas às outras, e que, se não fossem as ruas e becos, formariam um conglomerado único.

Figura 5 - Perfil e condição das habitações presentes no bairro.



Fonte: Autora (2025).

Durante uma visita à área de estudo, foram feitos os registros de um dos conjuntos do bairro, o Conjunto São Cristóvão. Nessa localidade do bairro Jangurussu, ocorreram os maiores impactos do episódio do dia 24, mas também houve grandes prejuízos em áreas mais próximas à Barragem do Rio Cocó, como em algumas ruas do bairro Conjunto Palmeiras. Além das questões naturais que já tornam a área suscetível à ocorrência de desastres, a população sentiu ainda mais os efeitos da chuva no meio urbano, provavelmente, devido ao alto índice de impermeabilização do solo e a falta de drenagem que possibilita o escoamento das águas pluviais.

O perfil das residências ao longo do Grande Jangurussu e de bairros adjacentes não varia muito do que é demonstrado nos registros. Em sua maioria, as casas de alvenaria comum estão localizadas às margens de ruas e avenidas. Outra característica também comum é a

existência de ocupações em áreas imediatamente próximas, ou nos arredores de leitos canalizados da bacia hidrográfica do Cocó. Sem proteção nas margens por qualquer vegetação ciliar e com a existência de construções nas planícies de inundação, a população também é exposta aos riscos de desabamento, fato que ocorreu no evento extremo do dia 24, segundo relatos coletados em campo. Algumas das residências da margem superior direita do mosaico de fotos da Figura 5 precisaram passar por uma reconstrução.

No dia 24, um dos impactos que atingiram a população foi gerado pelo transbordamento das águas da barragem do Rio Cocó, que chegou a atingir seu volume máximo, pois desde o mês de dezembro do ano de 2018 que os episódios de chuva estavam constantes na cidade de Fortaleza, com valores de menor intensidade. Em fevereiro de 2019, por exemplo, a precipitação total mensal foi de 317,6 mm, em janeiro do mesmo ano foi de 216,1 mm. Entretanto, de dezembro a fevereiro houve somente um episódio de altíssima intensidade, que foi o evento extremo do dia 24 com 120,3 mm. De acordo com informações dadas pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (Cogerh) ao portal de notícias G1 (2019), o reservatório foi o quinto a atingir capacidade máxima naquele período.

Ainda sobre os impactos ocorridos no bairro, ocorreram episódios de alagamento e inundação durante a manhã do dia 24. Como demonstrado na Figura 6, retiradas de manchetes, ou parte de matérias, dos principais jornais da cidade.

Figura 6 - Manchete sobre os impactos desencadeados na cidade, no dia 24/02/2019.

Chuva forte invade casas, alaga ruas e causa transtornos no Ceará; Fortaleza registra maior precipitação do ano

Funceme contabilizou precipitações em 116 municípios cearenses. Maior volume foi registrado na cidade de São Gonçalo do Amarante, com 125 milímetros

Fonte: G1 (2019).

Figura 7 - Trecho da matéria que elenca os impactos causados no Conjunto São Cristóvão, bairro Jangurussu.

FORTALEZA

No Bairro São Cristóvão, o trecho da Av. Perimetral onde uma [viatura do Corpo de Bombeiros ficou presa](#) foi interditada a altura da entrada do Conjunto São Cristóvão. Na região, muitas famílias estão deixando suas casa carregando apenas as crianças e os animais. Os moradores da área acreditam que a inundação se deu após a barragem do Cocó romper e a água atingir o São Cristóvão I e São Cristóvão II.

Fonte: Diário do Nordeste (2019).

A rapidez com que estes impactos foram gerados pegou a população de surpresa pois, segundo os moradores, o nível da lâmina d'água que já estava empoçada na rua subiu de forma repentina e a água invadiu as residências por volta das 8h da manhã daquele domingo. Prejuízos financeiros e exposição da saúde à contaminação por doenças, foram também resultados da ocorrência. Nas áreas mais rebaixadas, o nível da água chegou a cobrir alturas maiores.

Figura 8 - Fotos da população com as casas alagadas no dia 24/02/2019.



Fonte: Facebook (2019).

A vulnerabilidade da população é medida pela sua capacidade de resposta frente ao acontecimento de desastres. A vulnerabilidade econômica faz as pessoas menos abastadas ocuparem áreas de risco que, por sua vez, se tornam incapazes de evitar os impactos das problemáticas desencadeadas por eventos naturais, como uma precipitação mais intensa.

Figura 9 - Notícia da reação da população frente a realidade de terem suas casas invadidas pela água.

Moradores do São Cristóvão bloqueiam avenida em protesto após enchente

O prefeito Roberto Cláudio afirmou que apresentará um projeto de lei emergencial na Câmara de Fortaleza para indenizar as pessoas que foram atingidas pela chuva

18:07 | Fev. 26, 2019 Autor **O POVO** Tipo **Notícia**

Fonte: O POVO (2019).

A partir da coleta de relatos dos moradores mais antigos, o evento extremo de chuva do dia 24/02/2019 resultou alagamento de casas de inúmeras famílias que moravam em paralelo ou nas avenidas Governador Leonel Brizola e Gutemberg Braun, resultando em prejuízos financeiros e sendo obrigadas a procurarem abrigo em equipamentos de uso público (Figura 13) ou na casa de parentes próximos. Os moradores que permaneceram nas áreas afetadas relataram que o alagamento durou até as 20hs, momento em que o nível das águas começou a baixar. E, segundo eles, alguns demoraram cerca de 20 dias para conseguirem limpar completamente o ambiente de suas residências.

Figura 10 - Manchete de jornal sobre a situação das famílias atingidas 4 dias após o evento.

Famílias desabrigadas dormem em colchonetes na arquibancada e têm comida duas vezes ao dia

15:42 | 28/02/2019 Autor **Marcela Tosi/Especial para O POVO** Tipo **Notícia**

Fonte: O POVO (2019).

A vulnerabilidade da população frente à ocorrência dos impactos é resultado da relação entre as condições de habitação precárias, agravados pela deficiência em aspectos básicos e necessários para que se configure um padrão de vida mais digno para os residentes do Jangurussu. Isto somado ao fato de que as áreas afetadas são áreas ambientalmente degradadas. A realidade da população deste bairro, e de outros que passam por situações semelhantes, tem sido lidar com os impactos resultantes dos eventos extremos de chuva sem que consigam ter as condições socioeconômicas necessárias para responder sem grandes prejuízos. Dessa forma, sem o auxílio do poder público por meio da criação de políticas que previnam e mitiguem esses efeitos, a população não consegue desvencilhar-se da exposição à recorrência desses impactos.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi o de realizar a análise dos eventos extremos de chuva e seus impactos decorrentes no bairro Jangurussu, dentro de uma série histórica dos últimos 30 anos. Com a organização dos dados e a eleição dos eventos extremos de muita chuva, pode-se investigar os sistemas que estavam envolvidos em um destes eventos e falar especificamente dos impactos gerados no bairro Jangurussu na data que marcou a memória dos moradores da área, 24 de fevereiro de 2019.

A partir das análises feitas, pode-se perceber que a ocorrência de eventos extremos, classificados nesta pesquisa como episódios de altíssima intensidade, ocorrem em menor frequência que as categorias de menor intensidade. Comportamento que já era esperado, pois para serem considerados extremos na perspectiva da análise rítmica climática eles precisam ocorrer em uma frequência menor do que os eventos considerados habituais.

Entretanto, no atual cenário de mudanças climáticas, a ocorrência destes eventos vem acontecendo com maior frequência nas últimas décadas. O que é extremamente preocupante, visto que, se não houver uma mudança nas interferências antrópicas na dinâmica natural do planeta, a tendência é de que os valores extremos de chuva (tanto para as estiagens como para

os episódios de muita chuva) sejam cada vez mais inseridos dentro do que é entendido por “normalidade” na frequência com que eles ocorrem.

A análise da gênese do evento e o uso das notícias de jornais mostraram-se como uma ferramenta muito útil para o destaque dos impactos que se fizeram presentes no meio urbano na precipitação do dia 24/02/2019. As informações dadas pelos veículos de comunicação, quando confirmadas pelos relatos dos moradores, são ferramentas importantes para a elaboração do dimensionamento dos diferentes níveis de vulnerabilidade aos quais a população do Jangurussu está exposta frente a ocorrência de episódios como este.

É extremamente necessária a elaboração de estudos, assim como já faz a Climatologia Urbana, que sejam eficazes no auxílio da construção de planos de gestão e execução eficientes, por parte do poder público, para realizar o amparo das famílias que historicamente têm sido expostas à possibilidade de serem novamente atingidas por um novo evento extremo.

REFERÊNCIAS

CONTI, José Bueno. **Clima e Meio ambiente**. 7. ed. São Paulo: Atual, 2011. 96 p.

DIÁRIO DO NORDESTE. Chuva banha o Ceará, forma pontos de alagamento e traz transtornos a moradores de Fortaleza e RMF. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 24 fev. 2019. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/chuva-banha-o-ceara-forma-pontos-de-alagamento-e-traz-transtornos-a-moradores-de-fortaleza-e-rmf-1.2067412>>. Acesso em 28 fev. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>, 2022

FORTALEZA. PREFEITURA DE FORTALEZA. **Fortaleza em Mapas**. 2025. Disponível em: <<https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/?view=782>> Acesso em 19 de fev. de 2025.

FREIRE, Neison Cabral Ferreira; BONFIM, Cristine Vieira do; NATENZON, Claudia Eleonor. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, n. 19, v. 9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.07572014>

FREITAS, Carlos Machado de; CARVALHO, Mauren Lopes de; XIMENES, Elisa Francioli; ARRAES, Eduardo Fonseca; GOMES, José Orlando. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, n. 17, v. 6, p. 1577-1586, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600021>

FUNCEME. Banco de dados meteorológicos, 2024. Disponível em: www.funceme.br. Acesso em 02 jan. 2025.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico distinto na região de Dourados, MS. **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 15., 2004, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. p. 1-4.

Disponível em:

<<https://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Hidrologia/10.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

G1. Barragem do Rio Cocó, em Fortaleza, atinge volume máximo após chuva de 120 mm. **G1 CE**, Fortaleza, 24 fev. 2019. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/02/24/barragem-do-rio-coco-em-fortaleza-atinge-volume-maximo-apos-chuva-de-120-mm.ghtml>>. Acesso em 28 fev. 2025.

G1. Chuva forte invade casas, alaga ruas e causa transtornos no Ceará; Fortaleza registra maior precipitação do ano. **G1 CE**, Fortaleza, 24 fev. 2019. Disponível em:

<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/02/24/chuva-forte-invade-casas-alaga-ruas-e-causa-transtornos-no-ceara-fortaleza-registra-maior-precipitacao-do-ano.ghtml> Acesso em 27 fev. 2025.

G1 CE. Por que Fortaleza não consegue evitar os alagamentos quando chove? Especialista explica. **G1 CE**, Fortaleza, 26 de jan. de 2023. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2023/01/26/por-que-fortaleza-nao-consegue-evitar-os-alagamentos-quando-chove-especialista-explica.ghtml?>> Acesso em 19 de fev. de 2025.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 3056, 2022.

LIMA, Aline de Araújo; VELOSO FILHO, Francisco de Assis. Riscos de Impactos Hidrometeorológicos na Cidade de Teresina – PI. Revista Equador (UFPI), Vol.5, nº2, p. 87 - 101 (Janeiro/Junho, 2016) DOI: <https://doi.org/10.26694/equador.v5i2.4562>.

LIMA, João Sérgio Queiroz; SANTOS, Jader de Oliveira; Zanella, Maria Elisa. Impactos das chuvas na cidade de Fortaleza no triênio 2013, 2014 e 2015. Riscos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Revista Territorium, v. 25, n. 1, 2018, 5. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-1_1

MARENGO, Jose A. Impactos sociais dos eventos climáticos extremos. **Cienc. Cult.** [online], v.76, n.3, pp.01-08, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2317-6660.20240068>.

MAPBIOMAS. Cidades crescem mais em áreas de risco a desastres climáticos. 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/2023/10/31/cidades-crescem-mais-em-areas-de-risco-a-desastres-climaticos/>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

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**, v. 13, n. 2, 2017. DOI: 10.9771/1984-5537geo.v13i2.24011.

OLIVEIRA, Alberlene Ribeiro de; PINTO, Josefa Eliane Santana de Siqueira; MENDONÇA, Francisco de Assis. A desertificação no Alto Sertão de Sergipe/Brasil: abordagem na perspectiva das vulnerabilidades socioambientais. **Investig. Geogr. Chile**, n. 52, p. 139 - 149,

2016. DOI: <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2016.43294>

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; CORREIA FILHO, W. L. F.; de BARROS SANTIAGO, D. *et al.* Rainfall in Brazilian Northeast via in situ data and CHELSA product: mapping, trends, and socio-environmental implications. **Environ Monit Assess**, n. 193, v. 263, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09043-9>

O POVO. Moradores do São Cristóvão bloqueiam avenida em protesto após enchente. **O POVO**, Fortaleza, 26 fev. 2019. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2019/02/26/moradores-do-sao-cristovao-bloqueiam-avenida-em-protesto-apos-enchente.html> Acesso em 28 fev. 2025.

PEDRAZA-GAMA, A.; PEREVOCHTCHIKOVA, M.; GALEANA-PIZAÑA, J. M. Social-ecological system trajectories of peri-urban watersheds based on a spatial analysis of vulnerability components: A case study in Mexico City, 1999–2039. **Ambio**, n. 53, p. 1830–1846, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02053-0>

PLANELLES, Manuel. Un estudio sitúa al CO₂ como el principal responsable de las variaciones climáticas de los últimos 485 millones de años. **El País**, Madrid, 19 de set. de 2024. Disponível em: <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-09-19/un-estudio-situa-al-co-como-el-principal-responsable-de-las-variaciones-climaticas-de-los-ultimos-485-millones-de-anos.html?>>. Acesso em 19 fev. 2025.

ROLDÃO, Aline de Freitas; SANTOS, Juliana Gonçalves, DE OLIVEIRA, Luiz Antônio. Correlação entre as Variáveis Climáticas (Altitude, Temperatura e Precipitação) na Mesorregião Sul e Sudoeste de Minas Gerais – MG. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 8, p. 515, 2012.

SANTOS, Jader de Oliveira. Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo, São Paulo, 331p., 2011.

TOSI, Marcela. Famílias desabrigadas dormem em colchonetes na arquibancada e têm comida duas vezes ao dia. **O POVO**, Fortaleza, 28 fev. 2019. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2019/02/28/familias-atingidas-pelas-chuvas-seguem-abrigadas-no-cuca-jangurussu.html> Acesso em 28 fev. 2025.

ZANELLA, M. E. *et al.* Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 2, p. 317–332, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000200009>

ZANELLA, Maria Elisa; SALES, Marta Celina Linhares; ABREU, Nair Julia Andrade. Análise das Precipitações Diárias Intensas e Impactos Gerados em Fortaleza, CE. **GEOUSP-Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 25, pp. 53 - 68, 2009. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2009.74112>

ZHAO, Qingyuan; HASTIE, Trevor. Causal Interpretations of Black-Box Models. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 39, n.1, p. 272–281, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/07350015.2019.1624293>