Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
UFGD Editora

EVENTOS EXTREMOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO EM CIDADE DO SEMIÁRIDO CEARENSE

Extreme daily precipitation events in a city of the Ceará semiarid region

Eventos extremos diarios de precipitación en una ciudad de la región semiárida del Ceará

Vinicius Ferreira Luna
Universidade Estadual do Ceará
viniciusluna13@gmail.com

Cristiana Coutinho Duarte
Universidade Federal de Pernambuco
E-mail cristiana.duarte@ufpe.br

Juliana Maria Oliveira Silva
Universidade Regional do Cariri
juliana.oliveira@urca.br

Fabio de Oliveira Sanches
Universidade Federal de Juiz de Fora
fabio.sanches@ufjf.br

Ranyére Silva Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande
ranyere.silva@professor.ufcg.edu.br

Resumo: O estudo em questão aplicou a metodologia dos máximos de precipitação para análise de eventos extremos de chuva diária para a cidade de Juazeiro do Norte/CE, no período de 1991 a 2021, identificando a gênese dos eventos e os sistemas atmosféricos atuantes. Para realizar a análise, os dados de precipitação foram adquiridos a partir da base de dados da FUNCEME, foi aplicada a técnica estatísticas dos quantis, a fim de delimitar um limiar de chuva para o município. Com os limiares definidos, os dados foram empregados na metodologia dos máximos precipitação com objetivo de elencar valores de referência para análise de eventos extremos diários. Posteriormente, foram analisados cartas sinóticas e imagens de satélite com intuito de identificar a possível gênese desses event os. A partir da aplicação da técnica dos quantis, escolheu-se o quantil Q85% (chuva muito forte,

acima de 37mm/24h) como limiar de referência para Juazeiro do Norte. Com o emprego da metodologia dos máximos de precipitação aos dados já tabulados da FUNCEME, foi estabelecido os valores de referência para cada nível de intensidade (Nível I: 59,2; Nível II: 80,8; Nível III:102,5; Nível IV: 124,1). Ao eleger os valores de referência, foi viável contabilizar a ocorrência de eventos por nível, variando de intensidade pequena a intensidade muito grande. Com isso, selecionou-se os eventos de intensidade muito grande, Nível IV para análise detalhada de sua ocorrência e possível gênese. Verificou-se que os eventos de Nível IV ocorrem durante o período chuvoso, sobretudo no mês de março, influenciado pela atuação da ZCIT.

Palavras-chave: Máximos de Precipitação. Semiárido. Precipitação.

Abstract: The study applied the precipitation maxima methodology to analyze extreme daily rainfall events in the city of Juazeiro do Norte/CE, from 1991 to 2021, identifying the genesis of these events and the atmospheric systems involved. Precipitation data were obtained from the FUNCEME database, and the quantile statistical technique was employed to define a rainfall threshold for the municipality. Once the thresholds were established, the data were used in the precipitation maxima methodology to determine reference values for analyzing extreme daily events. Synoptic charts and satellite images were then examined to identify the potential genesis of these events. Based on the quantile technique, the Q85% quantile (very heavy rainfall, above 37mm/24h) was selected as the reference threshold for Juazeiro do Norte. Using the precipitation maxima methodology with the FUNCEME data, reference values were determined for each intensity level (Level I: 59.2; Level II: 80.8; Level III: 102.5; Level IV: 124.1). By defining these reference values, it was possible to quantify the occurrence of events across different intensity levels, ranging from low to very high. As a result, events classified as Level IV (very high intensity) were selected for a detailed analysis of their occurrence and possible genesis. It was found that Level IV events primarily occur during the rainy season, particularly in March, and are influenced by the presence of the ITCZ.

Keywords: Precipitation Maximums. Semiarid. Precipitation.

Resumen: El estudio aplicó la metodología de los máximos de precipitación para analizar eventos extremos de lluvia diaria en la ciudad de Juazeiro do Norte/CE, desde 1991 hasta 2021, identificando la génesis de estos eventos y los sistemas atmosféricos involucrados. Los datos de precipitación se obtuvieron de la base de datos de FUNCEME, y se aplicó la técnica estadística de los cuantiles para definir un umbral de lluvia para el municipio. Una vez establecidos los umbrales, los datos se utilizaron en la metodología de los máximos de precipitación para determinar valores de referencia para el análisis de eventos extremos diarios. Después, se analizaron cartas sinópticas e imágenes satelitales para identificar la posible génesis de estos eventos. A partir de la técnica de los cuantiles, se seleccionó el cuantil Q85% (lluvia muy fuerte, por encima de 37mm/24h) como umbral de referencia para Juazeiro do Norte. Utilizando la metodología de los máximos de precipitación con los datos tabulados de FUNCEME, se determinaron los valores de referencia para cada nivel de intensidad (Nivel I: 59,2; Nivel II: 80,8; Nivel III: 102,5; Nivel IV: 124,1). Al definir estos valores de referencia, fue posible cuantificar la ocurrencia de eventos por nivel, desde baja hasta muy alta intensidad. Como resultado, se seleccionaron los eventos de Nivel IV (intensidad muy alta) para un análisis detallado de su ocurrencia y posible génesis. Se comprobó que los eventos de Nivel IV ocurren principalmente durante la temporada de lluvias, particularmente en marzo, y están influenciados por la actividad de la ZCIT.

Palabras clave: Precipitaciones máximas. Semi árido. Precipitación.

Submetido em: 15/07/2024
Aceito para publicação em: 08/11/2024
Publicado em: 20/11/2024

1. INTRODUÇÃO

Existem inúmeras perspectivas para definição quantitativa em relação aos eventos extremos de chuva abordando 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. A escolha de limiares pode-se apresentar um tanto arbitrária, pois, a intensidade e o impacto desses fenômenos variam dependendo das condições socionaturais de cada ambiente onde eles ocorrem (Monteiro; Zanella, 2017; Walsh *et al.*, 2020), como por exemplo, o relevo a vegetação, os corpos d'água além da urbanização e a ocupação do solo que podem modificar os padrões de precipitação.

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 essas 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 a Europa, Schauwecker *et al*. (2019), 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) enfatiza que os extremos podem ser considerados aqueles cujos totais anuais, sazonal, ou diário demonstram desvios de valores superiores, ou inferiores à apresentação dos habituais 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 (Monteiro; Zanella, 2017; 2019; Sanches *et al.* 2016).

Ao longo do território brasileiro, o comportamento dessas chuvas se diferencia pela localização geográfica, devido às grandes dimensões territoriais do país e por este ser

influenciado por diversos sistemas atmosféricos, o qual ocasionam a variabilidade sazonal das precipitações (Macêdo; Santos, 2021).

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 60 mm/24h ou mais, bem como o somatório 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 100 mm/24h, baseando a escolha do limiar em trabalhos já realizados, como também reportagens de desastres noticiados em matérias jornalísticas 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, ambos utilizaram a 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%.

A definição desses limiares depende de um ponto de vista físico ou estatísticos, assim como do ponto de vista social, quando se envolve variáveis como vulnerabilidade e resiliência. Existem muitas dificuldades para estabelecer esses limiares, e esses estarem adequados para a realidade do ambiente analisado, 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 (Oliveira *et al.*, 2012; Monteiro; Zanella, 2017).

Nesses casos não é levado em consideração as condições climáticas específicas e extremas em contextos urbanos altamente modificados do ponto de vista das condições climáticas naturais, como também nessa perspectiva 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

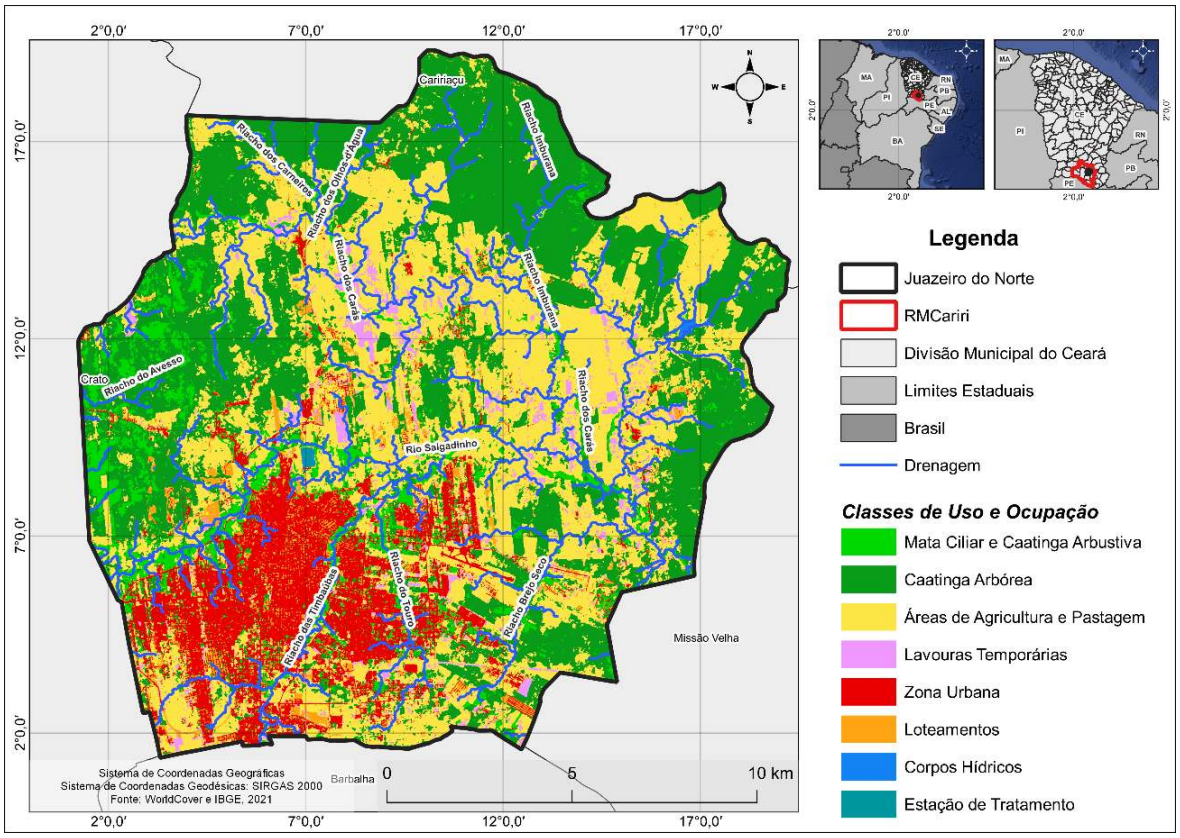
percentuais, quantitativos ou de limiares, mas em função da relação dessas com os impactos deflagrados (Armond; Sant'anna Neto, 2017; Goudard, 2019).

Diante do exposto, o artigo teve por objetivo aplicar a metodologia dos Máximos de Precipitação para análise de eventos extremos de chuva diária para a cidade de Juazeiro do Norte/CE, identificando a gênese dos eventos e os sistemas atmosféricos atuantes.

1.1. Área de Estudo

Juazeiro do Norte é um dos nove municípios que compõem a Região Metropolitana do Cariri no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 1). Encontrando-se no centro das nove capitais nordestinas sendo o 20º município mais populoso da região Nordeste e o 3º do Estado (Santana, 2021), contando com 286.120 habitantes no último censo demográfico Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2022.

Figura 1 - Localização e uso e ocupação do município de Juazeiro do Norte - CE



Fonte: WorldCover e IBGE 2021, elaborado pelos autores (2022).

As principais drenagens naturais neste espaço são constituídas pelo rio Salgadinho e pelo riacho das Timbaúbas, seu principal afluente no município. Ressalta-se ainda que o leito do Salgadinho está assoreado, com talvegue raso, e fluxo efêmero onde os interflúvios são de baixa declividade, possuindo sua vertente ao sul crescente ocupação domiciliar, comercial e industrial (Lima; Ribeiro, 2012).

Sobre os tipos de uso do município podemos observar três classes definidas, a zona urbana, caracterizada pela predominância de comércios, sejam eles centrais ou nos bairros; as 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 a área de solo exposto, o referido setor está relacionado com as 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.

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 970,7 mm anuais e temperatura média 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 Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha - 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, maior pluviosidade. 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 abril, que é considerado o sistema mais importante na geração de precipitação sobre a região equatorial dos oceanos Atlântico, Pacífico, Índico, e áreas continentais adjacentes (Melo *et al*., 2009) 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 (Carvalho; Jones, 2009).

2. METODOLOGIA

2.1 Coletada de Dados

Para este trabalho foram utilizados dados pluviométricos diários obtidos a partir do banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, compreendendo a série histórica de 1991 a 2021. Para o município foram identificados cinco postos pluviométricos (Tabela 1): o posto Juazeiro do Norte, o posto Vila São Gonçalo-Marrocos, o posto Horto, o posto Aeroporto e o posto Sítio Novo-Vila Padre Cicero.

Tabela 1 - Descrição dos postos pluviométricos do município de Juazeiro do Norte - CE

Posto Pluviométrico	Região Hidrográfica	Código do Posto	Início de Atividade	Situação Atual
Juazeiro do Norte	Salgado	739039	01/1974	Ativo
Vila São Gonçalo-Marrocos	Salgado	739056	12/2000	Ativo
Horto	Salgado	739037	01/1977	Desativado
Aeroporto	Salgado	739000	01/1912	Desativado
Sítio Novo-Vila Padre Cicero	Salgado	739055	11/2000	Desativado

Fonte: HidroWeb e FUNCEME (2022), organizado pelos autores.

A partir da análise da consistência das séries históricas disponíveis, dos cinco postos pluviométricos encontrados no município apenas um apresentou uma série contínua de dados, sendo esse, o posto Juazeiro do Norte. O outro posto ativo do município, posto Vila São Gonçalo-Marrocos, apresentou falhas de mais de cinco meses a partir do ano de 2007, ficando desativado no ano de 2011 com retorno de suas atividades no ano de 2012 sem constância dos dados apresentando-se com uma série consistente a partir do ano de 2018.

2.2. Técnica Estatística dos Quantis Para Definição de Limiar Chuvoso

Para a definição do limiar de precipitação em Juazeiro do Norte, foi utilizada a técnica dos quantis, um método simples e eficiente. O quantil Qp representa o limite de um intervalo para uma variável aleatória X, sendo "p" a probabilidade de que X seja menor que Qp. Segundo Duarte (2015), um exemplo ilustrativo da aplicação dos quantis é o seguinte: para p = 25% ($Q_{0,25}$ = 345 mm), isso significa que, em 25% dos anos a precipitação anual será igual ou inferior a 345 mm, enquanto nos 75% dos anos restantes esse valor será ultrapassado.

A aplicação da técnica estatística baseou-se no trabalho desenvolvido por Duarte *et al.* (2015) onde procurou-se analisar os dados diários de chuva em 24 horas, definindo os eventos extremos de chuva diário e o seu limiar com potencial de deflagrar transtornos à população, conforme com a Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da precipitação diária a partir da ordem quantílica

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

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.

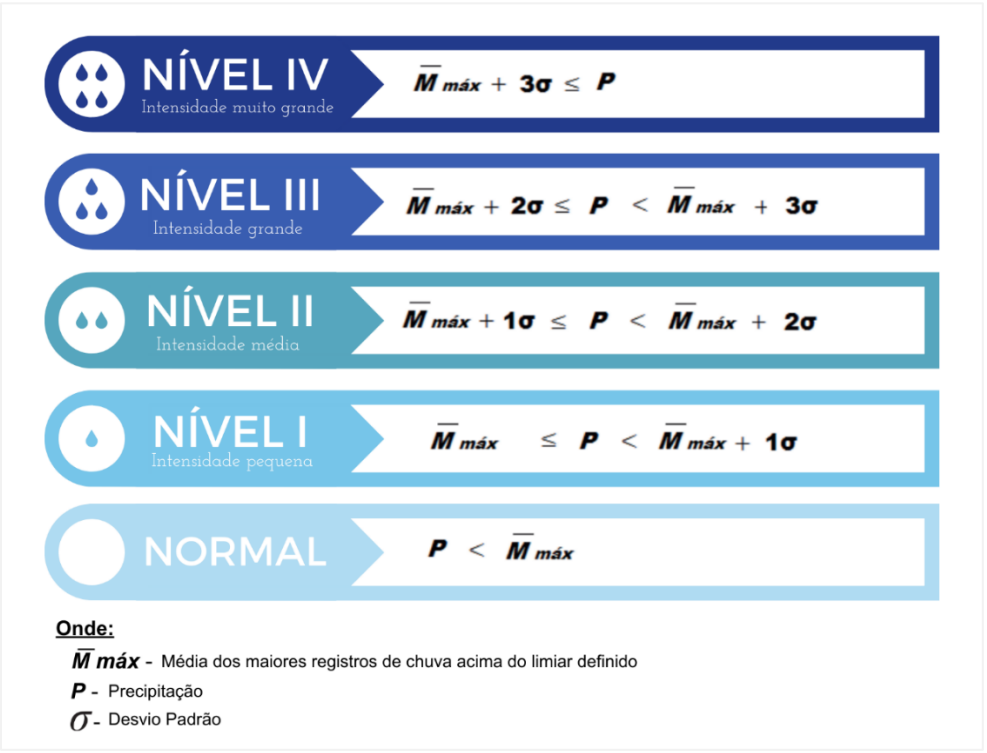
É importante ressaltar que para a análise dos dados diários, o município apresenta um período expressivo de ausência de chuvas, nesse sentido, foram descartados os valores iguais a zero totalizando 1496 amostras. Baseado em Duarte (2015), consideraram-se apenas os dias com chuva com valores acima de 2 mm não havendo unanimidade do que se constitui um dia com chuva na comunidade científica.

2.3. 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 do posto pluviométrico. O resultado foi aplicado posteriormente nas fórmulas para definição dos níveis de intensidade dos eventos extremos (Figura 2).

Figura 2 - 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 contendo valores que correspondem ao limiar estabelecido pela técnica dos quantis. As demais faixas indicam os diferentes níveis de intensidade dos eventos extremos diários (Monteiro; Zanella, 2017). A aplicação da metodologia na série analisada, possibilitou a identificação de valores de referência para cada nível de intensidade, viabilizando a analise diária dos eventos extremos de chuva ocorridos no município estudado, permitindo a análise dos acúmulos mais expressivos com maiores repercussões na área de estudo.

2.4. Análise da Gênese e Sistemas Atmosféricos Atuantes

Após a aplicação dos dados na referida metodologia e a definição das 4 classes de intensidade, elegeu-se os eventos da categoria nível IV – Muito Forte - para a análise da gênese e os sistemas atmosféricos atuantes. 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 do

Brasil, com intuito de identificar a possível gênese dos eventos extremos de chuva e os principais sistemas atmosféricos com influência na ocorrência dessas chuvas.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Definição De Um Limiar De Chuva Para Juazeiro do Norte

Com aplicação da técnica dos quantis utilizando a classificação adaptada por Duarte (2015), definiu-se limiares de chuva para o município de Juazeiro do Norte variando da categoria extremamente fraca a extremamente forte (Tabela 3).

Tabela 3 - Limiares de chuva a partir de classes quantílicas para o intervalo diário para Juazeiro do Norte no período de 1991 a 2021

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

Fonte: Organizado pelos autores (2022).

A partir da aplicação da técnica utilizado os três limiares que classificam a chuva como Forte (65%), Muito Forte (85%) e Extremamente Forte (95%), escolheu-se o quantil Q85% como limiar de referência para Juazeiro do Norte, tendo em vista a periocidade que esses eventos ocorrerem (Luna *et al.,* 2023) e sua capacidade de provocar prejuízos significativos na zona urbana do município, especialmente no que diz respeito aos alagamentos e inundações (Figura 3a e 3b).

Figura 3 – Impactos associados as chuvas em Juazeiro do Norte - Ceará



Fonte: Site Miséria e Jornal OPovo. Organizado pelos autores (2018 e 2021).

3.1. Sistemas Atmosféricos e a Gênese Dos Eventos Extremos Diários De Precipitação

A partir da escolha do quantil Q85% 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 4.

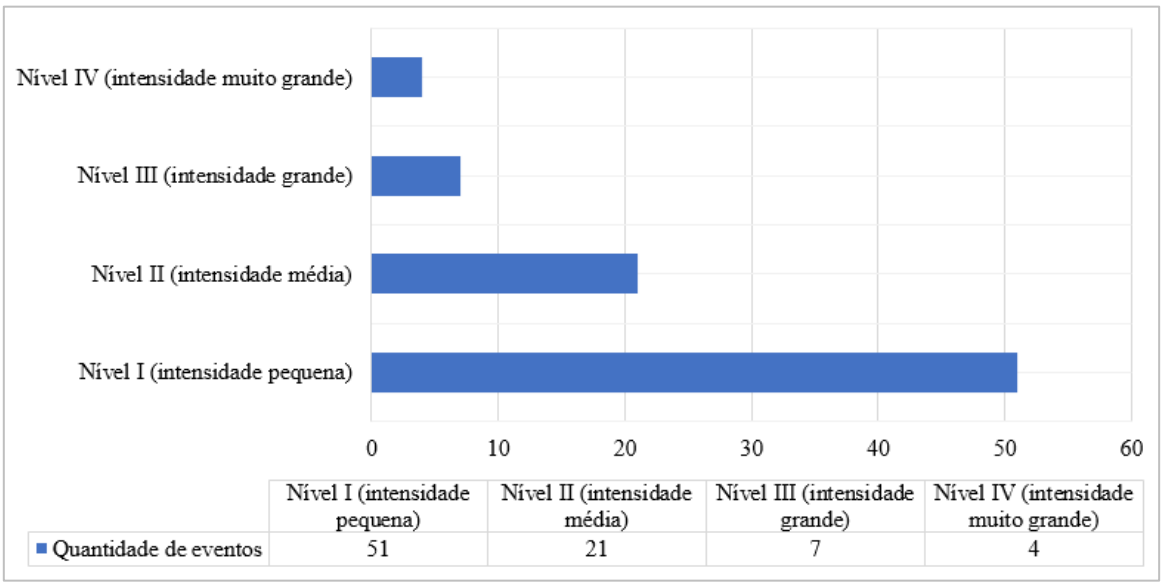
Tabela 4 - Valores de referência cada nível de intensidade para o posto sede de Juazeiro do Norte – CE (1991 a 2021)

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 5). Seguindo a metodologia descartou-se os valores classificados como normais abaixo de 59,2 mm em 24h, para analisar de fato apenas os máximos de precipitação correspondente aos quatro níveis (I ao IV), variando de intensidade pequena a intensidade muito grande (Monteiro, 2016; Luna; Silva, 2023).

Figura 5 - 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 quatro eventos. Essa queda de ocorrências do Nível I ao IV acontece devido à medida que aumenta o nível do evento, há uma tendência para diminuição no número de registros (Monteiro, 2016; Monteiro; Zanella, 2017; Luna; Silva, 2023). Com isso selecionaram-se os eventos de intensidade muito grande, Nível IV (Tabela 5), para análise detalhada da sua ocorrência e possível gênese.

Tabela 5 - 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 pelos autores.

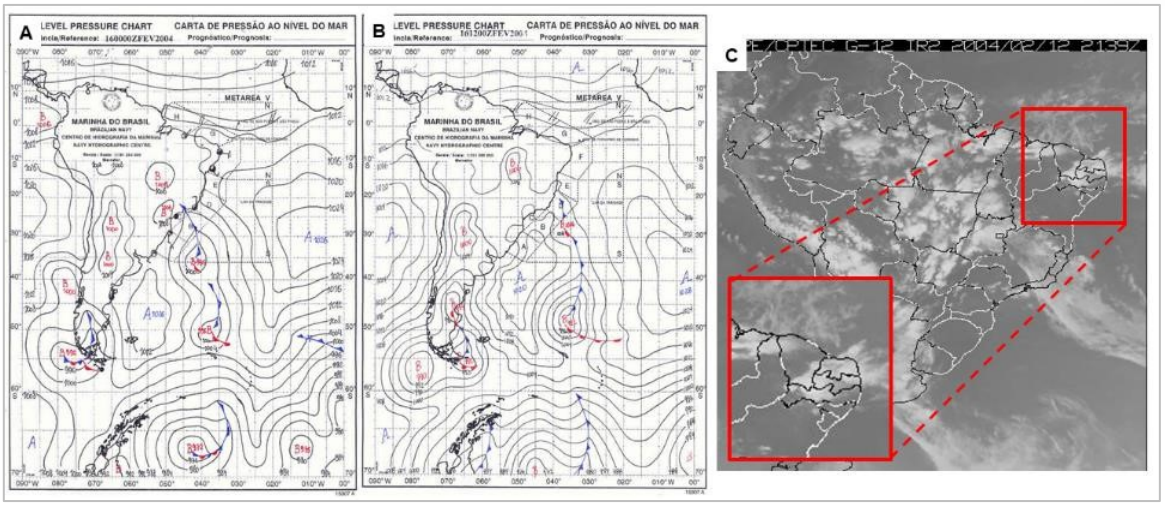
Dos quatro eventos classificados como Nível IV, observa-se que dois ocorreram no mês de fevereiro, um no mês de janeiro e outro no mês de março, estando eles associados à quadra chuvosa do município e a atuação dos sistemas atmosféricos que provocam chuvas no Ceará no referido período como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos de Altos níveis (VCAN) (Zanella, 2007; Luna; Silva, 2023).

3.1.1 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 166 mm em 24h. Neste 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, *El Niño* Oscilação Sul - ENOS, ou dipolo de temperatura no Atlântico. No entanto, registrou-se um janeiro muito chuvoso para todo o estado. 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.

Ao consultar a Figura 5 percebe-se que não aconteceu o que estava previsto, pois, foi um dos anos mais chuvosos para o Ceará (Soares, 2015) e consequentemente para o município de Juazeiro do Norte contabilizando 1.544 mm durante todo ano, concentrando 506 mm 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, os quais são responsáveis por nebulosidades e áreas com precipitações (Figura 5c).

Figura 5 - 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 30ºS e 40ºS (Figuras 5a e 5b), proporcionam o escoamento dos alísios de sudeste em direção a ZCIT. Parte desses alísios, ao avançar sobre o interior nordestino contribuem 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 5)

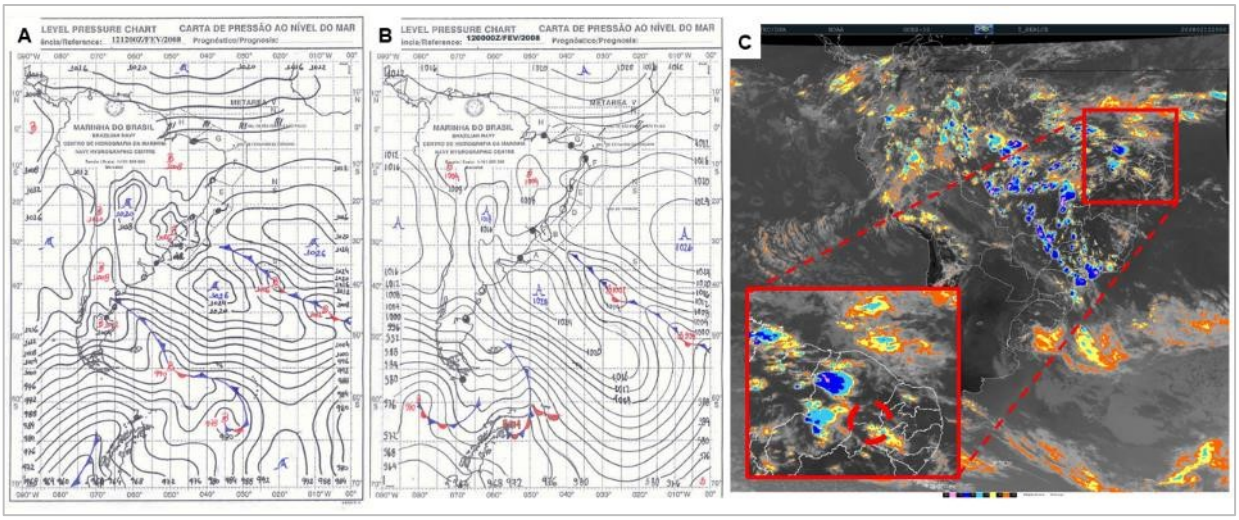
O CPTEC/INPE (2004), através do boletim de climanálise, salientou que a localização da ZCIT ao sul favoreceu a ocorrência de chuvas durante todo mês para a região nordeste, e os principais índices de precipitação foram registrados nos estados do Ceará e Maranhão. Além da ZCIT, o Infográfico do CPTEC/INPE (2004) salientou a ocorrência do VCAN sobre o Oceano Atlântico.

3.1.2 Evento extremo do dia 12/02/2008

Esse evento extremo ocorreu no dia 12 de fevereiro de 2008, sendo o quarto maior registro da série histórica de 1991 a 2021. Na Carta Sinótica das 0h do dia 12/02/2008 (Figura 6a) 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 às instabilidades atmosféricas muitas vezes configurados sob a forma de alinhamentos (Figura 6c).

Figura 6 - 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).

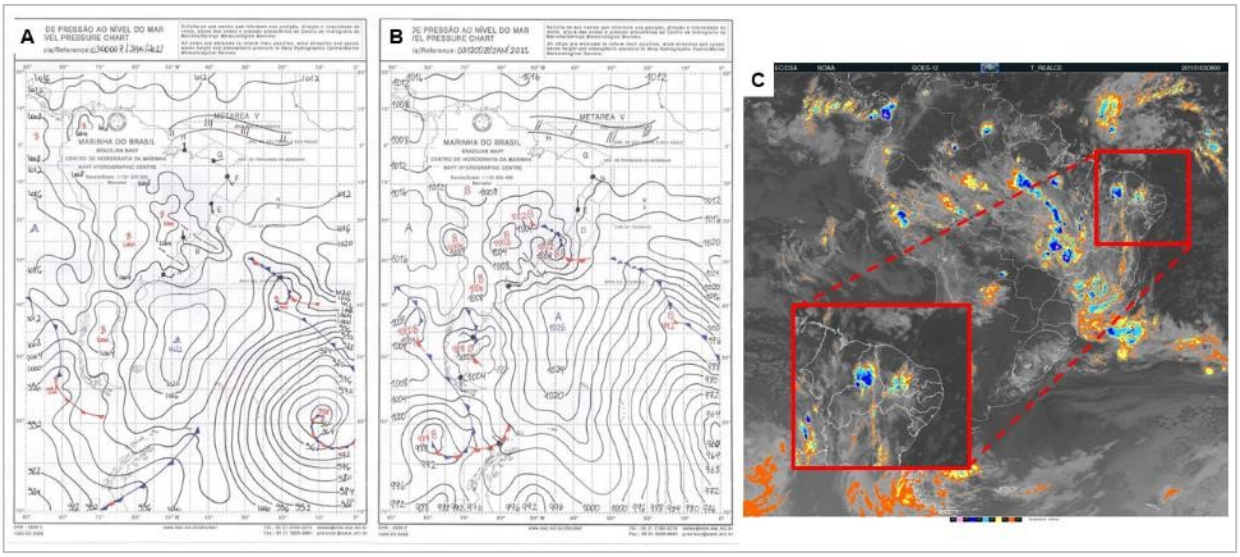
3.1.3 Evento extremo do dia 03/01/2011

Ocorrido no dia 03 de janeiro de 2011, esse evento foi o segundo maior registrado na série histórica analisada de Juazeiro do Norte, contabilizando 150 mm em 24h. O mês de janeiro desse ano registrou o total mensal de 481 mm.

Nas cartas sinóticas das 0h do dia 03/01/2001 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 7c.

Figura 7 - Cartas sinóticas (00:00 e 12:00) e imagem (GOES) de satélite do Brasil em 03/01/2011



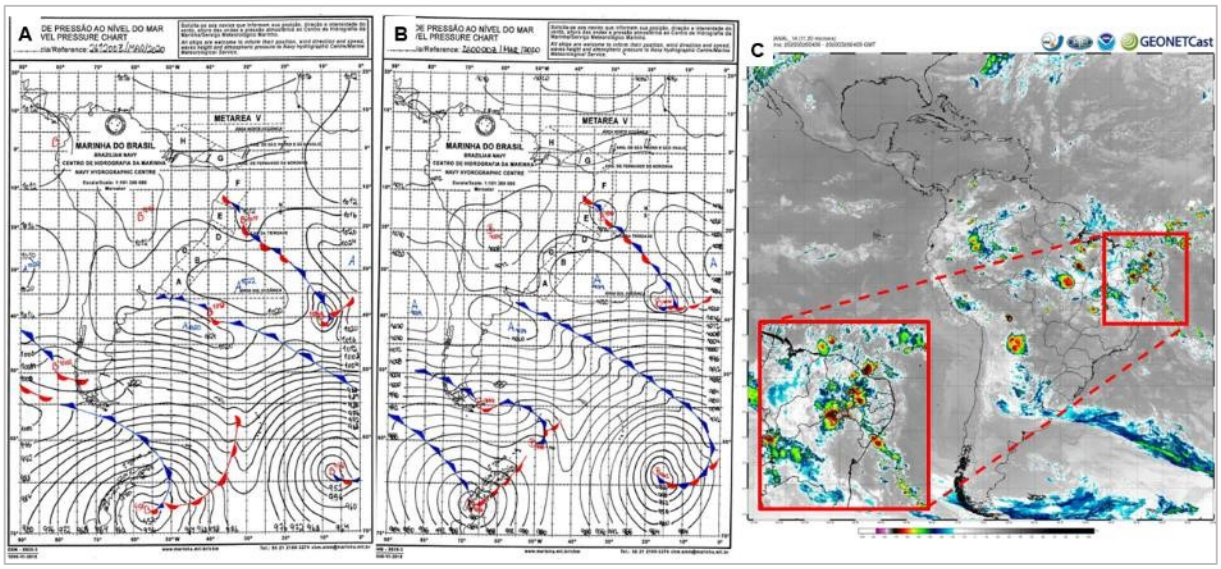
Fonte: Marinha do Brasil e CPTEC/INPE. Organizado pelo autor.

Com as informações obtidas através do 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 Nordeste Brasileiro (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 consequentemente influenciou na ocorrência do evento extremo em Juazeiro do Norte, assim como em outras cidades vizinhas como Crato na chuva de 29 de janeiro (Luna, 2020).

3.1.4 Evento extremo do dia 26/03/2020

Esse é um dos eventos extremos recentes da série histórica, ocorrido no dia 26 de março de 2020 e computando o total de 133 mm em 24h. Para este mês foi registrado o total de 430 mm.

Figura 8 - 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 8a e 8b) observa-se a organização de um sistema estacionário do litoral leste da região nordeste (entre Sergipe e Alagoas), desenvolvendo-se 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), as quais foram responsáveis por precipitações com elevados volumes pluviométricos (Figura 8c).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados, pontua-se a eficácia das técnicas utilizadas para análise dos eventos extremos de chuva no município de Juazeiro do Norte. A técnica dos quantis na definição de limiares de chuva diária e a Metodologia do Máximos de Precipitação

possibilitando estabelecer valores de referência para definir níveis de intensidade dos eventos diários extremos. Ressalta-se que essas técnicas são pragmáticas, consagradas na literatura, de fácil aplicação e seus resultados são satisfatórios.

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 abril, 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, verificou-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.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do Projeto Universal (408935/2023-5) e da Bolsa de Produtividade e Pesquisa – PQ2 (Processo: 308228/2021-9). À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo financiamento dos projetos de modernização do laboratório (12000701/2022) e "*Le Semi-aride du Nordeste brésilien à l'Anthropocène*" (FUNCAP/IRD-0195-00006.01.00/22 SPU Nº: 07219440/2022). E aos grupos de pesquisa em Climatologia Tropical e Eventos Extremos – TROPOCLIMA (UFPE/UFCG) e Bacias Hidrográficas e Climatologia do Semiárido – HIDROCLIMA (URCA).

REFERÊNCIAS

ARMOND, Núbia Beray; SANT'ANNA NETO, João Lima. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidade para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio

de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, *[S. l.]*, v. 20, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v20i0.49792. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/13951. Acesso em: 19 nov. 2024.

BARBIERI, Giovana Maria Lopes. **Eventos de chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. 2014. 290 f. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17637 >. Acesso em: 15/11/2022.

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

CPTEC/INPE. **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

DU, Haixia; ALEXANDER, Lisa Victoria; DONAT, Markus Gerhard; LIPPMANN, Tilo; SRIVASTAVA, Ashish; SALINGER, James et al. Precipitation from persistent extremes is increasing in most regions and globally. ***Geophysical Research Letters***, v. 46, p. 6041–6049, 2019. DOI: 10.1029/2019GL083906. Disponível em: https://doi.org/10.1029/2019GL083906. Acesso em: 15/11/2022.

DUARTE, Cristiana Coutinho**. Eventos extremos de chuva e análise da suscetibilidade a movimentos de massa no município do Ipojuca-PE**. 275 f. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/16971. Acesso em: 19 nov. 2024.

DUARTE, Cristiana Coutinho; NÓBREGA, Ranyére Silva; COUTINHO, Roberto Quental. ANÁLISE CLIMATOLÓGICA E DOS EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO MUNICÍPIO DO IPOJUCA, PERNAMBUCO. **Revista de Geografia**, *[S. l.]*, v. 32, n. 2, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229222. Acesso em: 19 nov. 2024.

ESTEVÃO, Gabriela de Souza; ALBUQUERQUE, Gabriella Saraiva de; SILVA, Mirelle Oliveira. Análise dos contrastes térmicos em episódios de inverno e verão em Juazeiro do Norte, Ceará. *Revista* **GeoUECE**, *[S. L.],* v. 9, n. 17, p. 169–185, 2020. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/4080. Acesso em: 24 jun. 2024.

FERREIRA, Nelson Jesus; RAMÍREZ, María Virginia; GAN, Manoel Alonso. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; DIAS, Maria Assunção Faus da Silva (Orgs.). **Tempo e clima no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. v. 2, cap. 3, p. 43–60.

FUNCEME**. Tendência climática para o período de fevereiro a maio de 2004**. In: VI WORKSHOP INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO CLIMÁTICA PARA A REGIÃO, 2004. Disponível em: http://www.funceme.br/. Acesso em: 25 nov. 2022.

FUNCEME. Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: parte II: mesorregião do sul cearense. Fortaleza: FUNCEME, 2006.

GOUDARD, Gabriela**. Eventos pluviais extremos e riscos hidrometeorológicos híbridos na bacia do Alto Iguaçu (Paraná)**. 236 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Curitiba, 2019. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/61973. Acesso em: 19 nov. 2024.

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

LIMA, Geislam Gomes de; RIBEIRO, Simone Cardoso. 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. Disponível em: https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2104/1981. Acesso em: 19 nov. 2022.

LUNA, Vinícius Ferreira. Eventos extremos de chuva e impactos associados no município de Crato/CE. 51 p. Monografia (Graduação em Geografia) — Universidade Regional do Cariri, Departamento de Geociências, Crato, 2020.

LUNA, Vinícius Ferreira; SILVA, Juliana Maria Oliveira. Eventos extremos de chuva e impactos associados no município de Crato/CE. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [s.l.], v. 27, p. e69086, 2023. DOI: 10.5902/2236499469086. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/69086. Acesso em: 31 out. 2023.

LUNA, Vinícius Ferreira; DUARTE, Cristiana Coutinho; SILVA, Juliana Maria Oliveira; ANJOS, Lillian Souza dos; NÓBREGA, Ranyére Silva. Chuvas em Juazeiro do Norte, Ceará: análise dos extremos e suas repercussões. **Revista de Geografia**, [s.l.], v. 40, n. 1, p. 147–165, 2023. DOI: 10.51359/2238-6211.2023.255255. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/255255. Acesso em: 24 jun. 2024.

LYRA, Matheus José Arruda; FEDOROVA, Natalia; LEVIT, Vladimir; FREITAS, Ismael Guidson Farias de. Características dos complexos convectivos de mesoescala no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, edição especial, p. 727–734, out./dez. 2020. DOI: 10.1590/0102-7786355000001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/QmD4FK5gDch7xDMrcXw5Nmx/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 nov. 2024.

MACÊDO, Joalana Araújo; SANTOS, Jader de Oliveira. Caracterização de eventos máximos de precipitação no semiárido cearense. **Papers do NAEA**, v. 30, n. 1, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/11259. Acesso em: 20 nov. 2023.

MELO, Anna Bárbara Coutinho de; CAVALCANTI, Iracema Fonseca de A.; SOUZA, Paula Pereira. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; DIAS, Maria Assunção

Faus da Silva (Orgs.). **Tempo e clima no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. v. 2, cap. 2, p. 25–41.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. Eventos extremos no estado do Ceará, Brasil: uma análise estatística de episódios pluviométricos no mês de março de 2019. **GeoTextos**, *[s.l.]*, v. 15, n. 2, 2019. DOI: 10.9771/geo.v15i2.32093. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/32093. Acesso em: 31 out. 2023.

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**, *[S. l.]*, v. 13, n. 2, 2017. DOI: 10.9771/1984-5537geo.v13i2.24011. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/24011. Acesso em: 19 nov. 2024.

OLIVEIRA, Guilherme Garcia de; BRUBACHER, João Paulo; QUEVEDO, Renata Pacheco; GUASSELLI, Laurindo Antonio. **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. Gramado: [s.n.], 2012. p. 1–5. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321295670_Limiares_de_chuva_para_a_ocorrencia_de_desastres_na_bacia_hidrografica_do_rio_dos_Sinos_RS. Acesso em: 26 out. 2023.

PENDERGRASS, Angeline G.; KNUTTI, Reto. The uneven nature of daily precipitation and its change. ***Geophysical Research Letters***, v. 45, p. 11.980–11.988, 2018. DOI: 10.1029/2018GL080298. Disponível em: https://doi.org/10.1029/2018GL080298. Acesso em: 19 nov. 2024.

REIS, George Pereira; SILVA, Francisco Marciano de Alencar; SILVA, Juliana Maria Oliveira. Eventos extremos de chuva na porção a barlavento da Chapada do Araripe – CE no período chuvoso de 2011. **Revista Geonorte**, *[s.l.]*, v. 3, n. 8, p. 988–, 2012. Disponível em: https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2449. Acesso em: 19 nov. 2024.

SALACK, Seyni; SALEY, Inoussa A.; LAWSON, Namo Z.; ZABRÉ, Ibrahim; DAKU, Elidaa K. Scales for rating heavy rainfall events in the West African Sahel. ***Weather and Climate Extremes***, v. 21, p. 36–42, 2018. DOI: 10.1016/j.wace.2018.05.004. Disponível em: http://doi.org/10.1016/j.wace.2018.05.004. Acesso em: 18 out. 2023.

SANCHES, Fábio de Oliveira; VERDUM, Roberto; FISCH, Gilberto. Chuvas extremas em Alegrete (RS): um estudo sobre sua ocorrência no século XX**. Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 340, 2016. Disponível em: https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/327. Acesso em: 31 out. 2023.

SANTANA, Luciano Valverde. **Atlas Histórico e Geográfico de Juazeiro do Norte**. Juazeiro do Norte: Atalaia, 2021.

SCHAUWECKER, Simone; GASCÓN, Estíbaliz; PARK, Shinju; RUIZ-VILLANUEVA, Virginia; SCHWARB, Manfred; SEMPERE-TORRES, Daniel; STOFFEL, Markus; VITOLO, Claudia; ROHRER, Mario. Anticipating cascading effects of extreme precipitation with pathway schemes - Three

case studies from Europe. ***Environment International***, v. 127, p. 291–304, 2019. DOI: 10.1016/j.envint.2019.02.072. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.072. Acesso em: 19 nov. 2024.

SILVA, Natieli Tenório da. **As chuvas no município de João Pessoa: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18971. Acesso em: 19 nov. 2024.

SOARES, Lucas Pereira. **Caracterização climática do Estado do Ceará com base nos agentes da circulação regional produtores dos tipos de tempo**. 240 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17688. Acesso em: 19 nov. 2024.

SPRUCE, Michelle; ARTHUR, Richard; WILLIAMS, H. T. P. Using social media to measure impacts of named storm events in the United Kingdom and Ireland. ***Meteorological Applications***, v. 27, n. 1, 2020. DOI: 10.1002/met.1887. Disponível em: https://doi.org/10.1002/met.1887. Acesso em: 18 nov. 2023.

WALSH, John E.; BALLINGER, Thomas J.; EUSKIRCHEN, Eugénie S.; HANNA, Edward; MÅRD, Johanna; OVERLAND, James E.; TANGEN, Helge; VIHMA, Timo. Extreme weather and climate events in northern areas: A review. ***Earth-Science Reviews***, v. 209, 2020. DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103281. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825220303706. Acesso em: 19 out. 2023.

WANDERLEY, Lucas Suassuna de Albuquerque; NÓBREGA, Ranyére Silva; MOREIRA, Ayobami Badiru; ANJOS, Rafael Silva dos; ALMEIDA, Caio Américo Pereira de. AS CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE: UMA CLIMATOLOGIA DE EXTREMOS. **Revista Brasileira de Climatologia**, *[S. l.]*, v. 22, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v22i0.56034. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14035. Acesso em: 25 nov. 2022.

ZANELLA, Maria Elisa. Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR, bairro Cajuru: um destaque para inundações urbanas. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 9, p. 61–74, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/2105. Acesso em: 6 set. 2023.

ZANELLA, Maria Elisa. Caracterização climática e os recursos hídricos do estado do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da; DANTAS, Eustógio Wanderley; CAVALCANTE, Tércia. (Orgs.). **Geografia do Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 169–188.