

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



### EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA, RISCO CLIMÁTICO E A VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO CRATO, SUL DO CEARÁ

Manoel Vinicius Pereira<sup>1</sup> Juliana Maria Oliveira Silva<sup>2</sup> Vinicius Ferreira  
Luna<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo analisar os eventos extremos de chuva e os impactos na área urbana do município de Crato/CE. A metodologia foi realizada através do levantamento bibliográfico sobre a temática do trabalho, tabulação dos dados, disponibilizados pela Fundação cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, aquisição de imagens de satélites disponíveis no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE e notícias de jornais locais e estaduais. A partir dessas análises e aplicações foi possível identificar os fenômenos atmosféricos atuantes como a ZCIT e ZCAS e os impactos das chuvas que causaram inúmeros problemas e que foram divulgados pelos noticiários.

**Palavras-chave:** Hidrometeorológico. Clima Urbano. Cariri Cearense.

#### 1. Introdução

Nos últimos anos a humanidade vem sendo surpreendida por fenômenos relacionados ao clima principalmente as de ordem pluviométricas que atingem cidades de grande e médio porte, causando inúmeros desastres nos setores sociais e econômicos mais desfavorecidos.

Os eventos extremos de chuva apresentam-se como uma das grandes preocupações dos estudiosos do clima urbano, pois buscam compreender suas causas, avaliar suas repercussões e encontrar formas de prevenção para diminuir os impactos na qualidade de vida das populações e nas atividades econômicas (ZANELLA e SALES, 2016).

Os eventos extremos podem ocorrer de duas formas: a primeira é em um curto período de tempo e a segunda com uma duração de dois ou mais dias de chuva. De modo geral o Brasil possui muitas limitações com relação aos eventos extremos, principalmente as infraestruturas das cidades que devido ao crescimento das áreas urbanas de maneira desordenada trazem consigo vários impactos e desequilíbrio ao meio ambiente.

Alguns fatores intensificam os acontecimentos desses eventos extremos de chuva, sobretudo na área de pesquisa, como a cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e a própria geomorfologia associada a declividade e altitude da área, bem como o solo impermeabilizado com o asfalto, de áreas de risco, como por exemplo às margens do Rio Granjeiro que por sua vez acaba transbordando durante as fortes chuvas que ocorrem na cidade.

<sup>1</sup> Universidade Regional do Cariri, e-mail: manoel.vinicius@urca.br

<sup>2</sup> Universidade Regional do Cariri, e-mail: juliana.oliveira@urca.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco, e-mail: vinicius.fluna@ufpe.br

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



Levando em consideração essas questões, o trabalho tem como área de estudo o município do Crato (CE) com um histórico de acontecimentos como enchentes, inundações, deslizamentos e alagamentos em períodos de precipitação intensa, apesar de ser uma região com clima semiárido, o município está localizado a barlavento da Chapada do Araripe, sendo um dos principais fatores que influenciam as chuvas na região.

### 2. Objetivo

Analisar os eventos extremos de precipitação e suas repercussões na zona urbana do município do Crato, a fim de se diferenciar os níveis de intensidade dos eventos extremos e identificar os sistemas atmosféricos atuantes.

### 3. Metodologia

Para atingir o objetivo proposto a metodologia foi dividida em etapas. A primeira consistia no levantamento bibliográfico do tema, a segunda obtenção e tratamento dos dados pluviométricos a partir de técnicas estatísticas, a terceira na observação dos sistemas atmosféricos atuantes e por fim verificou-se os impactos associados às chuvas noticiadas em jornais.

A pesquisa teve apoio teórico-metodológico na teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) proposto por Monteiro (1976). O S.C.U. é dividido em três subsistemas: Termodinâmico, Físico-Químico e o Hidrometeorológico. A pesquisa teve como enfoque o Subsistema Hidrometeorológico, correspondente ao canal de percepção de impactos meteorológicos, analisando os eventos de chuvas extremas na cidade do Crato/CE, em um intervalo de 24h em série histórica entre 1974-2020.

Os dados dos postos pluviométricos (Crato e Lameiro) foram obtidos no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) que estão inseridos nos municípios do Crato. Para a caracterização dos eventos de precipitação anual, utilizou-se a técnica dos quantis por se tratar de uma técnica estatística simples que descreve um fenômeno aleatório, no caso da presente pesquisa, a chuva (XAVIER et al., 2007).

A técnica dos quantis permite classificar os anos em muito secos, secos, normais, úmidos e muito úmidos. Com isso foi possível utilizar o excel aplicando as funções de estatísticas, tendo como suporte à classificação da intensidade das chuvas como extremamente fraca, muito fraca, fraca, habitual, forte, muito forte e extremamente forte, adotada por Wanderley, et al (2018).

Posteriormente foi aplicado a metodologia dos máximos de precipitação onde é calculado a média e o desvio padrão dos valores dos dois postos e com isso é possível aplicar as fórmulas, demonstradas na Figura 1, para a definição dos níveis de intensidade dos eventos extremos.

Durante a realização dos cálculos dos eventos extremos é preciso levar em consideração alguns aspectos que são fundamentais para o desenvolvimento da técnica dos máximos de precipitação, primeiramente foi realizada a seleção dos acumulados de chuva dos dois postos utilizados na

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

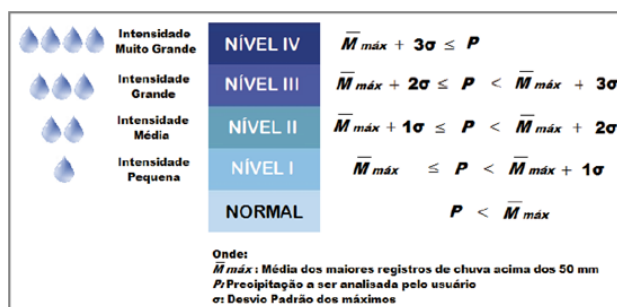
12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



pesquisa posto Crato e Lameiro, vale destacar que esses dados pluviométricos coletados em ambos os postos seguem a mesma série histórica de 1974-2020.

**Figura 1.** Fórmulas e níveis de intensidade para determinar os eventos extremos de chuva.



**Fonte:** Monteiro e Zanella (2017) adaptado de Silva (2012).

Em relação aos sistemas atmosféricos atuantes, para identificação, utilizou-se imagens de satélite fornecidas pelo Centro de Previsão e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. As coletas dos dados dos impactos relacionados aos eventos extremos foram consultadas em blogs da região do Cariri e noticiários do estado (Diário do Nordeste, badalo e o Povo) que noticiavam os impactos causados pelas fortes chuvas.

#### 4. Resultado

A partir da aplicação da técnica dos quantis, foi possível estabelecer um limiar de chuva para o posto Crato e para o posto Lameiro seguindo a classificação proposta por Wanderley et al. (2018). Para o posto Crato foi atribuído o limiar 50mm e para o posto Lameiro o também limiar 50mm. A partir disso, foi possível aplicar a metodologia dos máximos de precipitação e estabelecer valores de referência para cada nível de intensidade como mostra a Figura 2.

**Figura 2.** Níveis de precipitação posto Crato e Lameiro

NÍVEIS	CRATO	LAMEIRO
Nível I	54,8 mm	58 mm
Nível II	76,9 mm	80,6 mm
Nível III	99 mm	103,1 mm
Nível IV	121,1 mm	125,7 mm

**Fonte:** Organizado pelos autores.

Com a obtenção dos valores de referência de cada posto para os dados diários possibilitou a identificação, para o posto Crato de 109 eventos de nível I, 42 de nível II e de nível III 16 eventos com relação ao nível de maior intensidade, o nível IV, soma incríveis 10 eventos extremos de chuva. Já o posto Lameiro possui 60 eventos de nível I, 25 eventos de nível II e soma 13 eventos de nível III, o nível de maior intensidade o nível IV soma 7 eventos. Para melhor compressão da quantidade de eventos em cada posto foi criado um gráfico representando a frequência de eventos extremos por posto (Figura 3).

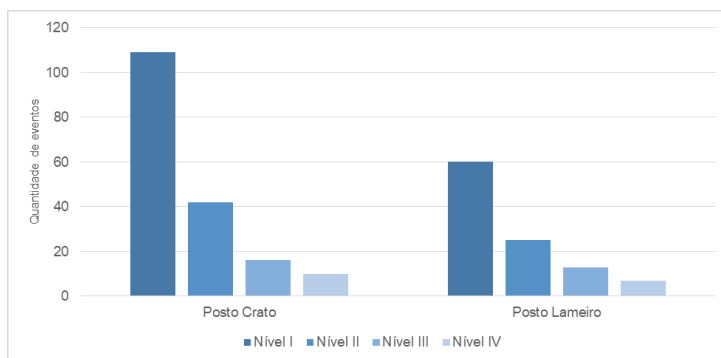
**Figura 3.** Total de níveis de precipitação posto Crato e Lameiro

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

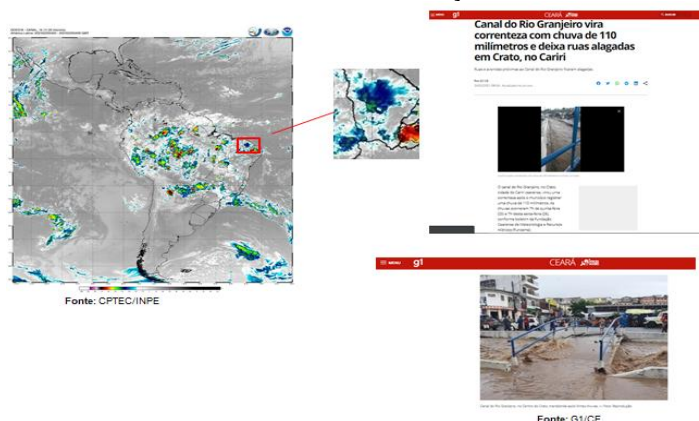
Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



Fonte: Organizado pelos autores.

Ao analisar o gráfico pode-se afirmar que à medida que a intensidade do evento aumenta, seu número de registros diminui, como pontuou Monteiro (2016). A partir disso, foram separados dois episódios representativos para análise das suas repercussões na cidade de Crato, o episódio do dia 26/02/2021 (Figura 4) e do dia 15/11/2021 (Figura 5).

Figura 4: Episódio de 26/02/2021 em Crato-CE: atuação da ZCIT – Nível III/ Posto Lameiro



Fonte: CPTEC/INPE e G1, organizado pelos autores.

Com a análise da imagem de satélite da Figura 4 é perceptível a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, que ocorrem nos primeiros meses do ano em quase todo o estado do Ceará, com destaque na região do Cariri que teve registro de chuva em todos os municípios. De acordo com os dados da Funceme, neste dia foi contabilizado XX mm no posto Lameiro. Conforme a reportagem do G1 foi possível relatar os impactos das chuvas município do Crato-CE, o qual teve as ruas alagadas, principalmente nas proximidades do Rio Granjeiro, o volume de água deixou também ruas e avenidas alagadas nos bairros Novo Crato, Pinto Madeira, Seminário e Vila Alta.

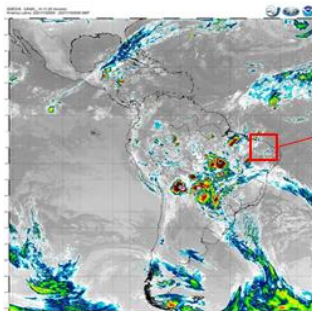
Figura 5: Episódio de 15/11/2021 Crato-CE: Atuação da ZCAS – Nível III/ posto Crato/CE

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

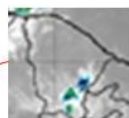
## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



Fonte: CPTEC/INPE



Fonte: G1/CE

Fonte: CPTEC/INPE e G1, organizado pelos autores.

De acordo com a imagem de satélite (Figura 5) é possível identificar a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS na região do Cariri, neste dia a Funceme registrou a chuva de 111 mm no posto Crato, em um curto período de tempo. A partir da análise da reportagem do G1, constatou-se a ocorrência de inundações em residências às margens do Rio Granjeiro, que acarretou em perdas materiais, assim como as ruas no entorno do Rio foram interditadas e pontos comerciais fechados, a Defesa Civil decretou sinal de alerta para as famílias que tiveram suas casas danificadas devido à força da água.

### 5. Conclusão

A partir da análise identificou-se que o município do Crato/CE vem sofrendo com vários problemas decorrentes dos eventos extremos de chuva relacionados, sobretudo, com episódios de alagamentos e inundações na planície do Rio Granjeiro. E que as técnicas estatísticas adotadas são condizentes com a realidade do município. Vale ressaltar que esses problemas associados às chuvas estão relacionados ao crescimento desordenado das cidades e a ocupação de planícies dos rios, o que desencadeia inúmeros problemas tornando cada vez mais difícil reverter a situação.

### 6. Agradecimentos

Agradeço a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pela concessão da bolsa e ao Laboratório de Climatologia e Bacias Hidrográficas do Semiárido - LABCLIMA pelo suporte.

### 7. Referências

- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias, no25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.p.181.
- MONTEIRO, J.B. **Desastres Naturais no Estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos**. 2016. 256f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016
- WANDERLEY, L.S.A.; NÓBREGA, R.S.; MOREIRA, A.B.; ANJOS, R.S.; ALMEIDA, C.A.P. **As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos**. Revista Brasileira de Climatologia. v.22, 2018.