

OCORRÊNCIA DE EVENTO CLIMÁTICO EXTREMO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: EPISÓDIO HIDROMETEÓRICO NA SERRA DE SANTANA – RN

Gabriel Victor de Araújo Pereira ¹
Rafaela Fernandes Lopes ²
Ingrid Winne de Lima Fernandes ³
Anna Beatriz Martins Mariz ⁴
Raila Mariz Faria ⁵
Alíbia Deysi Guedes da Silva ⁶
Tácio Henrique de Freitas Santos ⁷
Thenilly Sérgia de Brito Costa ⁸
Rebecca Luna Lucena ⁹

INTRODUÇÃO

O clima em sua complexidade, apresenta-se como um sistema caótico e dinâmico (NOBRE, 2019), de modo que exhibe mudanças significativas diárias, sazonais e sobretudo, nas diferentes zonas climáticas do globo. Os eventos climáticos intensos ou extremos que são aqueles que fogem à normalidade, estão ocorrendo com maior frequência em diversas regiões do mundo (IPCC, 2021). Eles são caracterizados pela detecção de valores de desvios muito elevados com relação à média, o que o diferencia de um evento habitual ou normal (BORSATO E MASSOQUIM, 2018). Eventos extremos podem se manifestar a partir de diversos elementos climáticos, como precipitação, temperatura, ventos, etc. De origem hidrometeorológica, temos as chuvas intensas, queda de granizo e as nevascas, por exemplo (TORRES E MACHADO, 2008). As precipitações intensas muitas vezes vêm acompanhadas de tempestades de raio e trovão e fortes rajadas de vento que, associados ao elevado

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, gabriel.pereira.702@ufrn.edu.br;

² Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, lopesrafaela009@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, winne.fernandes.079@ufrn.edu.br;

⁴ Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, annababmt@gmail.com;

⁵ Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, railafaria@gmail.com;

⁶ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, alibiadeysi.prof@gmail.com;

⁷ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, taciogeo89@gmail.com;

⁸ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, thenilly.costa.093@ufrn.edu.br;

⁹ Professora orientadora: Doutorada do Curso de Geografia da Universidade de Brasília - UNB, rebeccaosvaldo@yahoo.com.br.

quantitativo de água precipitada, geram diversos desastres como alagamentos, enxurradas e inundações, deterioração de estruturas e até mortes (TOMINAGA *et al.*, 2009).

No semiárido brasileiro, além dos conhecidos fenômenos climáticos das secas e estiagens, ocorrem também os eventos pluviométricos intensos (INMET, 2020; COSTA *et al.*, 2020; LUCENA, 2023). Um evento pluviométrico intenso é definido pela relação da quantidade precipitada em um determinado intervalo de tempo, sendo que esses valores variam de acordo com o lugar e com o método adotado. A defesa civil trabalha com o valor de 40 mm/1h para definir uma chuva forte (DEFESA CIVIL, 2024). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), um alerta amarelo é emitido para chuvas de até 30 mm/1h, alerta laranja para chuvas até 60 mm/1h e alerta vermelho para chuvas superiores a 60 mm/1h. Esses eventos costumam causar danos humanos e econômicos significativos tanto em áreas urbanas quanto rurais (TOMINAGA *et al.*, 2009). Em regiões de clima semiárido, chuvas intensas geram rapidamente a saturação de água no solo, ocasionando acúmulo e forte escoamento superficial (LUCENA, 2023). Sabendo-se que a maior fração de produção das chuvas no semiárido brasileiro advém de nuvens de convecção profunda, como as cumulonimbus (ARAÚJO; VILA, 2017), e admitindo que essas nuvens são responsáveis por grandes totais de chuva, descargas elétricas e formação de gelo (granizo) (YNOUE *et al.*, 2017), é compreensível deduzir que os eventos de chuvas intensas no semiárido brasileiro, por mais que não sejam tão frequentes como a seca, apresentam riscos à população em função de sua natureza.

Nesse contexto, a presente pesquisa buscou analisar um evento hidrometeorológico intenso ocorrido na Serra de Santana, localizada no semiárido do estado do Rio Grande do Norte. Diante do explicitado, tentaremos responder às seguintes indagações: quais foram as características do evento? Quais eram as condições do tempo antes e durante o evento? Qual sistema atmosférico atuava na região? Quais foram os principais impactos registrados? E porquê a escolha da Serra de Santana?

Área de estudo: a Serra de Santana

No estado do Rio Grande do Norte, as áreas serranas representam refúgios de temperatura e umidade (MEDEIROS; CESTARO, 2019) o que as tornam muito singulares no contexto do semiárido. A Serra de Santana (figura 1), localizada no sertão do Seridó é uma área onde a atividade da fruticultura, o turismo e a exploração de fontes de energias renováveis são muito presentes, o que reforça a sua relevância na conjuntura do semiárido (LUCENA *et al.*, 2023). Diante de sua importância, objetivou-se pesquisar sobre a ocorrência

de eventos extremos ocorridos na Serra de Santana através da análise de valores diários e horários de precipitação, registrados na Plataforma de Coleta de Dados (PCD) instalada no município de Lagoa Nova.

Figura 1 - Mapa de localização da Serra de Santana e Lagoa Nova



Fonte: Autores, 2024.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Etapa 1 – Coleta de dados climáticos horários: Dados horários de precipitação, temperatura do ar e velocidade do vento foram adquiridos junto à EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio Grande do Norte, através do monitoramento climático realizado pela PCD de Lagoa Nova. A PCD possui dados a partir de 2019, logo pesquisou-se os últimos 5 anos (2019 – 2023), uma vez que 2024 ainda está em curso, este ano foi descartado. Assim, foram coletados 30.193 dados horários de precipitação e das variáveis supracitadas.

Etapa 2 - Escolha do evento extremo: Com os dados tabulados, nós organizamos a série da precipitação em ordem crescente e calculamos o percentil 99, sendo que dos 30.193 dados horários, somente no dia 13 de janeiro de 2022, a chuva registrada foi superior aos 60 mm no período de 1 hora, como definido pelo INMET – alerta vermelho. Logo, este foi o evento escolhido para análise. Foram analisados dados horários de precipitação, temperatura do ar e velocidade do vento do dia 13/01/2022.

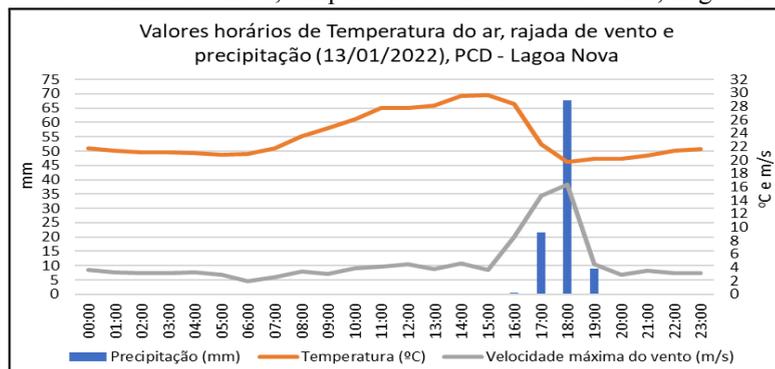
Etapa 3 – Análise atmosférica do evento: Para identificação do sistema atmosférico atuante, recorreremos às cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil (carta de pressão ao nível médio do mar) e às imagens de satélite GOES 16, disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram selecionadas as imagens e a carta da data e horários de ocorrência do evento.

Etapa 4 – registros dos impactos: Nesta etapa, foram realizadas pesquisas na internet com registros do evento do dia 13/01/2022, disponibilizados em sites de notícias locais e regionais, bem como foram selecionados materiais de audiovisual registrados por moradores da Serra de Santana. Depois de conferidas, as notícias e vídeos foram selecionadas e disponibilizadas para acesso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 13 de janeiro de 2022 ocorreu um evento intenso de precipitação, mas não só isso, esse evento foi caracterizado como um hidrometeorológico de intensidade forte, acompanhado de descargas elétricas, vendaval e chuva de granizo, conforme registrado na PCD de Lagoa Nova e pela população local. Nas primeiras horas do dia, as temperaturas estavam na faixa dos 22°C, não havia ventos fortes (~3m/s) e tampouco chuva (0,0 mm). A figura 2 mostra a curva diária de temperatura, velocidade do vento e o comportamento das precipitações neste dia. É possível observar que as temperaturas se mantiveram próximas aos 20°C durante a madrugada até às 06:00. A partir das 07:00 as temperaturas começam a se elevar aumentando em média 1,3°C a cada 1 hora e atingindo seu valor máximo de 29,7 °C às 15:00. A partir desse horário, a temperatura do ar começa a declinar e entre 16:00 e 17:00 a temperatura cai 6 °C, atingindo 22,4°C. Nesse mesmo intervalo de tempo, a velocidade máxima do vento que durante a tarde era de 4 m/s, se eleva para 8,5 m/s (16:00) e 14,7 m/s (17:00), atingindo seu valor máximo às 18:00 com 16,3 m/s de rajada de vento, o que equivale a 58,6 km/h, sendo caracterizado como vento forte (7) na escala de Beaufort (UNIFEI, 2024).

Figura 2 - dados diários de chuva, temperatura e velocidade do vento, Lagoa Nova (PCD).

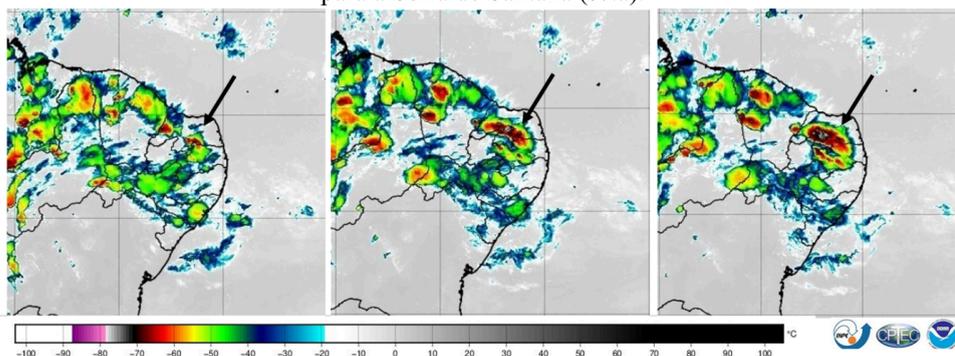


Fonte: Autores, 2024.

Ainda de acordo com os dados da PCD, expostos na figura 2, nesse horário (18:00), a chuva atinge seu valor máximo de 67,6 mm/h. Um evento dessa magnitude ainda não havia sido registrado pela PCD que começou a operar em 2019. Cabe destacar que esse valor da precipitação ocorreu às 18:00, sendo exatos 67,6 mm de chuva e que às 17:00 desse mesmo dia foi registrado 21,6 mm e, às 19:00, 8,8 mm somando 98 mm num intervalo de 3 horas consecutivas (figura 2).

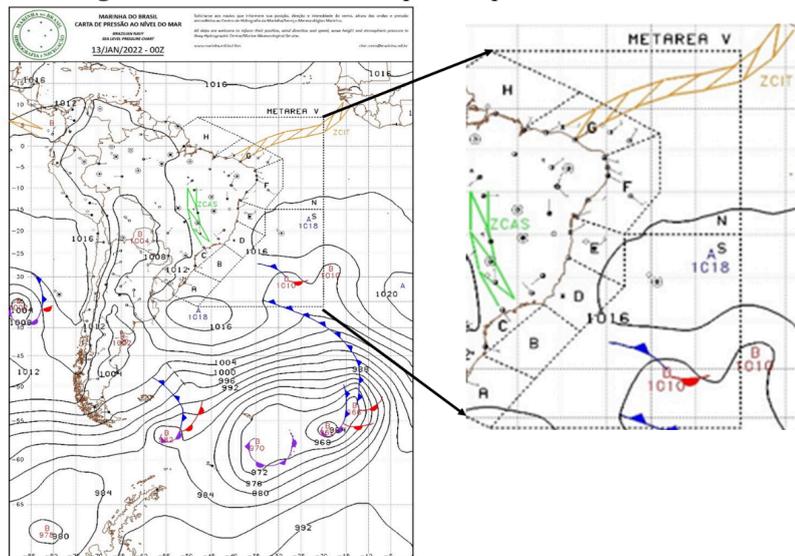
No dia do evento extremo de 13 de janeiro de 2022 sobre a Serra de Santana se formava uma célula de convecção profunda como pode ser visualizada nas imagens de satélite da figura 3, que correspondem às 16:30, 17:40 e 18:10, horário local. Na imagem da esquerda (16:30), pode-se observar uma pequena mancha vermelha representando valores de temperatura do topo da nuvem inferiores a -60°C . O sistema se intensifica ao final da tarde, imagem do centro e da direita (17:40; 18:10) e nessa ocasião o município de Lagoa Nova está sob condição de chuva intensa acompanhada de fortes rajadas de vento e também raios e trovões. A figura 4 mostra que neste dia atuava na região a Zona de Convergência Intertropical do Atlântico (ZCIT).

Figura 3 - Imagens de satélite (GOES 16), correspondem às 16:30, 17:40 e 18:10, horário local, com destaque para a Serra de Santana (seta).



Fonte: CPTEC/INPE, 2024.

Figura 4 - Carta sinótica de superfície para o dia 13/01/2022.



Fonte: Marinha do Brasil, 2024.

As condições severas do tempo assustaram os moradores do município de Lagoa Nova que passaram a fazer registros tanto do evento na zona rural quanto na área urbana. Os registros podem ser acessados nos links disponibilizados no quadro 1.

Quadro 1 - links de acesso aos registro do evento extremo do dia 13/01/2022.

Notícias	Vídeos
https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/01/13/chuva-de-granizo-rio-grande-do-norte.ghtml	https://www.youtube.com/watch?v=8C1ouUa8_5E&t=29s
https://agoram.com.br/ultimas/video-mostra-chuva-de-granizo-em-cidade-do-interior-do-rn-nesta-quinta-feira/	https://www.youtube.com/watch?v=RxslOPk7IIU
https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/01/14/raio-atinge-arvore-e-casa-na-zona-rural-de-lagoa-nova-no-rn.ghtml	https://www.youtube.com/watch?v=lZE7z4FjtYM
-----	https://www.youtube.com/watch?v=s5uRxebOVpU
-----	https://www.youtube.com/watch?v=8zKxMtl2Pfl
-----	https://www.youtube.com/watch?v=hda3JEgD65I

Fonte: Autores, 2024.

Os registros dos moradores, os dados meteorológicos e as imagens comprovam a magnitude do evento extremo ocorrido na Serra de Santana em 13 de janeiro de 2022. O município de pequeno porte se viu ameaçado pelo impacto provocado por chuva de intensidade forte, ventos fortes, presença de raios e até pelo registro de granizo. Mesmo na região semiárida, esses eventos extremos de chuva se fazem presentes e causam diversos transtornos à população. De acordo com Angelotti *et al* (2010), as mudanças climáticas em

curso poderão aumentar a deficiência hídrica no semiárido, afetando as atividades dependentes de chuva. "Por outro lado, a ocorrência de eventos extremos pode resultar em maiores incidências de chuvas torrenciais e enchentes, promovendo severos impactos socioambientais" (ANGELOTTI *et al.*, 2010, p. 176).

Os eventos climáticos extremos, à exemplo dos de origem hidrometeorológica, podem ser identificado através de dados horários e diários de estações de superfície, onde os *outliers*, através de técnicas estatísticas como do desvio padrão e percentis (MONTEIRO; ZANELLA, 2023), se destacam facilmente dentro do elevado número de dados. As imagens de satélites meteorológicos e cartas barométricas também são importantes ferramentas na identificação dos sistemas atuantes, apesar das limitações da escala. Em municípios de pequeno porte, como Lagoa Nova, os registros feitos pelos moradores são de grande importância pois servem de comprovação da dimensão do fenômeno e do impacto causado. Eventos pluviométricos intensos, mesmo em regiões semiáridas, podem se tornar cada vez mais frequentes diante do aumento da temperatura global (IPCC, 2021). Em um cenário de incertezas, a população do semiárido brasileiro precisa se preparar para eventos hidrometeorológicos de forte intensidade, fato que deve ser considerado como prioridade pelos órgãos gestores federais, estaduais e principalmente, municipais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 13 de janeiro de 2022, teve-se na Serra de Santana o registro do evento hidrometeorológico intenso e seus impactos. Esse evento foi caracterizado como uma chuva de forte intensidade, com ventos de forte intensidade, tendo alcançado seu ápice às 18:00. Atuava na região a ZCIT que geralmente está associada a nuvens de convecção profunda e supercélulas, a exemplo da identificada na imagem de satélite para esse mesmo dia e horário. As chuvas, ventos e raios destruíram telhados, árvores e danificaram outras estruturas, além de terem provocado alagamentos. Prognósticos para o semiárido indicam que chuvas intensas deverão ser mais frequentes em função do aumento da temperatura média global.

Palavras-chave: Chuvas intensas; meteoros de impacto; Seridó; Rio grande do Norte.

AGRADECIMENTOS: A segunda e terceira autoras agradecem à PROPESQ-UFRN por concessão de bolsa PIBIC. A sexta autora agradece à CAPES pela bolsa de Mestrado. A

última autora agradece ao CNPq por concessão de bolsa de Pós-doutorado Sênior. Os autores agradecem à EMPARN por ceder os dados meteorológicos horários.

REFERÊNCIAS

- ANGELOTTI, F. [et al]. **Cenários de mudanças climáticas para o semiárido brasileiro**. In: SÁ, I. B; SILVA, B. C. G. *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.
- ARAÚJO, R. S. P.; VILA, D. A. Climatological Behavior of Precipitating Clouds in the Northeast Region of Brazil. *Advances in Meteorology*, v. 2017, p. 1-12, 2017.
- BORSATO, V. A.; MASSOQUIM, N. G. Os sistemas atmosféricos e os eventos climáticos extremos na região de Campo Mourão - PR. *Revista Brasileira de Climatologia*, ano n. 14, v. 23, p. 434-452, jul./dez. 2018.
- COSTA, M da S. C [et al]. Rainfall extremes and drought in Northeast Brazil and its relationship with El Niño–Southern Oscillation. *International Journal of Climatology*, 41(11), 2020.
- DEFESA CIVIL - Município de Santo André. **Índices Pluviométricos**. Disponível em: <https://portais.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/indices-pluviometricos/> Acesso em julho de 2024.
- INMET – Instituto nacional de meteorologia. **Chuvas no semiárido nordestino**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/chuvas-no-semi%C3%A1rido-nordestino> Acesso em dezembro de 2020.
- IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Mudança do Clima 2021: A base científica**. Tradução: Oliveira, Mariane Arantes Rocha de. IPCC: WMO/UNEP, 2021.
- LUCENA, R. L.; SILVA, F. E. B.; APRÍGIO, T. R. M.; CABRAL JÚNIOR, J. B. The Influence of Altitude on the Climate of Semi-arid Areas: Contributions to Conservation. *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, v. 14, p. 81-93, 2022.
- LUCENA, C. Y. S.; SOUZA, J. J. L. L.; SILVA, B. Q.; REIS, J. S.; LUNA LUCENA, R. A Serra de Santana no semiárido nordestino: aspectos geográficos e possibilidade de práticas sustentáveis. *Revista Geográfica de America Central*, v. 70, p. 449-476, 2023.
- LUCENA, R. L. A paisagem urbana e sua relação com evento de chuvas intensas no semiárido brasileiro: o caso da cidade de Caicó-RN. *Geotemas*, v. 13, p. e02303, 2023.
- MEDEIROS, J. F. de; CESTARO, L. A. As diferentes abordagens utilizadas para definir Brejos de altitude, áreas de exceção do Nordeste brasileiro, *Sociedade e Território*. Vol. 31, N. 2, p. 97–119, 2019
- MONTEIRO, J. B., & ZANELLA, M. E. A metodologia estatística dos eventos extremos de precipitação: uma proposta autoral para análise de episódios pluviométricos diários. *Revista Brasileira De Climatologia*, 32(19), 494–516, 2023.
- NOBRE, P. Modelagem climática, sistemas caóticos e incertezas. *Revista ClimaCom Cultura Científica*. Ano 06 n 15, 2019.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Principais Meteoros**. In: Introdução à Climatologia. Ubá: Ed. Geographica, 2008.
- UNIFEI – Ciências Atmosféricas. **Escala de Beaufort**. Disponível em: <https://meteorologia.unifei.edu.br/pag/escalas/beaufort.php> Acesso em maio de 2024
- YNOUE, R. Y. (Org). **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.