

## RELAÇÃO ENTRE RELÂMPAGOS E PRECIPITAÇÃO DURANTE A ENCHENTE DE MAIO DE 2024 NO RS

CLARISSA FELIX TAVARES<sup>1</sup>; WAGNER LOCH<sup>2</sup>; LEONARDO CALVETTI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [clarissaftavares@hotmail.com](mailto:clarissaftavares@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [wloch@inf.ufpel.edu.br](mailto:wloch@inf.ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lcalvetti@gmail.com](mailto:lcalvetti@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Eventos climáticos extremos têm se tornado cada vez mais frequentes e intensos, causando impactos significativos em diversas regiões do mundo. Em maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou a maior enchente de sua história e uma das mais devastadoras registradas no Brasil. Com 182 vítimas fatais, 29 desaparecidos e mais de 2 milhões de pessoas afetadas segundo o G1 (2024), o evento mobilizou o país e chamou a atenção internacional, tornando-se um dos principais tópicos nas redes sociais e na mídia.

O Brasil é um dos países com a maior ocorrência de relâmpagos no mundo, ultrapassando 70 milhões de descargas elétricas atmosféricas por ano. Devido às características destrutivas dos relâmpagos e aos inúmeros problemas que podem causar à sociedade—como interrupções na rede elétrica, incêndios, acidentes em transportes aéreos e marítimos, danos a sistemas de telecomunicações e até perdas de vidas humanas e animais—eles se tornaram o foco central de diversas pesquisas conduzidas pela comunidade acadêmica global (ABREU, 2023).

Diante da magnitude do desastre, torna-se essencial compreender os fenômenos meteorológicos que contribuíram para sua ocorrência, visando aprimorar o monitoramento e a previsão de eventos similares no futuro. Um dos aspectos-chave a serem investigados é a relação entre a incidência de relâmpagos e a precipitação intensa. Sabe-se que a ocorrência de relâmpagos está associada a processos convectivos profundos na atmosfera, os quais podem intensificar eventos de chuva extrema.

Este estudo busca analisar a correlação entre relâmpagos e precipitação durante a enchente de maio de 2024 no Rio Grande do Sul. Para isso, foram levantados dados de relâmpagos registrados pelo Mapeador de Relâmpagos Geoestacionário (GLM) instalado no satélite GOES-16, focando em episódios de chuvas com intensidade superior a 30 mm/h. Dos 30 eventos analisados, apenas um não apresentou um número significativo de relâmpagos, indicando uma forte relação entre a atividade elétrica atmosférica e a precipitação intensa.

Os resultados obtidos ressaltam a importância do monitoramento da atividade de relâmpagos como indicador de condições atmosféricas favoráveis ao desenvolvimento de convecção profunda. Compreender essa relação é fundamental para aprimorar modelos preditivos e auxiliar governos e sociedades na preparação e resposta a futuros eventos climáticos extremos.

### 2. METODOLOGIA

Este estudo analisou a ocorrência de relâmpagos durante precipitações intensas (acima de 30 mm/h) ocorridas em maio de 2024 no estado do Rio

Grande do Sul, período marcado por uma catástrofe natural. Os dados de precipitação foram obtidos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), e os dados de relâmpagos foram coletados pelo sensor Geostationary Lightning Mapper (GLM) a bordo do satélite GOES-16.

O sensor Geostationary Lightning Mapper (GLM) é um detector óptico transiente operando no canal infravermelho próximo transportado pelo satélite geoestacionário GOES-16 em uma órbita geoestacionária. Esta posição orbital permite que o GLM meça uma região dedicada que inclui toda a América do Sul com visualizações contínuas capazes de fornecer detecção de relâmpagos a uma taxa nunca antes obtida do espaço. O GLM detecta todas as formas de raios durante o dia e a noite, continuamente, com alta resolução espacial e eficiência de detecção.

A análise dos dados foi realizada utilizando a linguagem Python e as bibliotecas pandas, numpy e matplotlib. Primeiramente, os dados foram segmentados por dia e por hora, identificando períodos de uma hora com precipitação acumulada igual ou superior a 30 mm/h utilizando os dados fornecidos pelo CEMADEN. Estes critérios indicam chuvas intensas associadas a atividade convectiva e ocorrência de relâmpagos.

Na sequência, para cada período identificado, foram analisadas as ocorrências de relâmpagos com base nas coordenadas geográficas e intensidades fornecidas pelo GLM. Os dados do GLM oferecem alta frequência temporal, com atualizações a cada 2 milissegundos e agrupamentos a cada 20 segundos, permitindo uma observação detalhada dos eventos de relâmpagos durante as precipitações intensas no estado.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados deste estudo evidenciam uma correlação significativa entre os picos de precipitação intensa e a ocorrência de relâmpagos no Rio Grande do Sul durante a enchente de maio de 2024. Em 1º de maio, uma precipitação de 30 mm/h registrada às 07h UTC foi acompanhada por alta frequência de relâmpagos detectados pelo sensor GLM do satélite GOES-16. No dia 2 de maio, o maior número de relâmpagos ocorreu às 06h UTC, reforçando o padrão de que chuvas intensas estão associadas a uma maior atividade elétrica atmosférica.

Interessantemente, em 3 de maio, apesar de um registro de chuva significativa às 03h UTC na estação Dona Elisa, em Passo Fundo, não houve detecção de relâmpagos no estado. Esse caso sugere que, embora a precipitação tenha sido elevada, as condições atmosféricas necessárias para a formação de relâmpagos—como instabilidade atmosférica suficiente ou presença de nuvens cumulonimbus—não estavam presentes. Isso destaca a complexidade dos fenômenos meteorológicos, onde chuvas intensas nem sempre coincidem com atividade elétrica.

De modo geral, os dias 1º e 2 de maio concentraram os maiores volumes de chuva e o maior número de relâmpagos. Especificamente, no dia 2 de maio, às 01 UTC, ocorreram 23.049 relâmpagos, representando a maior ocorrência registrada durante os eventos estudados. Isso fortalece a associação entre precipitações extremas e atividade elétrica. Esses achados contribuem para o entendimento dos fenômenos meteorológicos extremos e ressaltam a importância do monitoramento contínuo. A correlação observada indica que a detecção de relâmpagos pode ser um indicador valioso para prever eventos de precipitação

intensa, auxiliando na melhoria dos sistemas de alerta e na mitigação de desastres naturais. Além disso, durante os 16 episódios estudados em que a precipitação atingiu ou superou 30 mm/h, foi registrado um total de 375.390 relâmpagos. Essa contagem considera o período de uma hora antes e uma hora depois de cada evento, resultando em 31 entradas de dados de relâmpagos para cada episódio. Esses dados reforçam a correlação entre alta atividade elétrica e precipitações intensas, evidenciando a importância de monitorar relâmpagos como indicador preditivo de eventos meteorológicos extremos.

Cidades do Rio Grande do Sul com Mais de 30mm em 1h

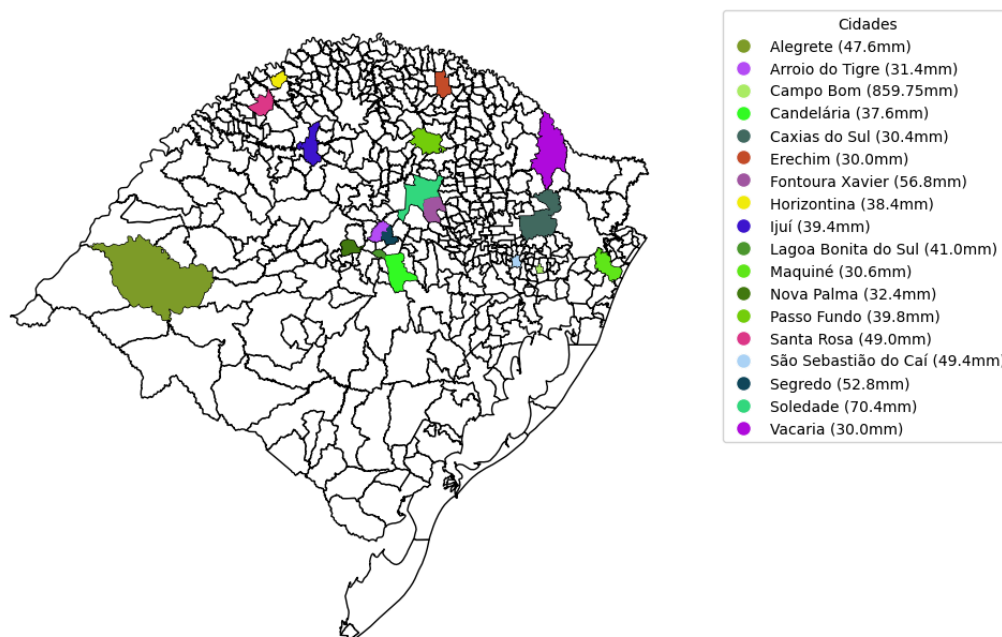


Figura 1: Cidades do Rio Grande do Sul com Valores Maiores que 30 mm/h no Mês de Maio de 2024.

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo investigou a relação entre a ocorrência de relâmpagos e precipitações intensas durante a enchente de maio de 2024 no Rio Grande do Sul. Os resultados demonstraram uma correlação significativa entre os picos de chuvas superiores a 30 mm/h e a atividade elétrica atmosférica detectada pelo sensor GLM do satélite GOES-16. Em especial, nos dias 1º e 2 de maio, registraram-se os maiores volumes de precipitação e o maior número de relâmpagos, reforçando a associação entre condições atmosféricas favoráveis à convecção profunda e a ocorrência simultânea de chuvas intensas e relâmpagos.

A observação de que, em 3 de maio, não houve registro de relâmpagos apesar da precipitação significativa na estação Dona Elisa em Passo Fundo, sugere que fatores adicionais influenciam a geração de atividade elétrica. Este fato ressalta a complexidade dos fenômenos meteorológicos e indica que a presença de chuvas intensas nem sempre está diretamente ligada à ocorrência de relâmpagos. Portanto, é crucial considerar variáveis atmosféricas específicas, como instabilidade atmosférica e tipos de nuvens presentes, para compreender plenamente essa dinâmica.

Os resultados deste estudo contribuem para o entendimento dos fenômenos meteorológicos extremos e destacam a importância do monitoramento integrado de precipitação e atividade elétrica. A relação identificada entre relâmpagos e chuvas intensas pode ser utilizada para aprimorar modelos preditivos e sistemas de alerta, auxiliando governos e sociedade na preparação e resposta a futuros eventos climáticos extremos. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a análise das condições atmosféricas que influenciam a ocorrência de relâmpagos durante precipitações intensas, visando fortalecer estratégias de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas.

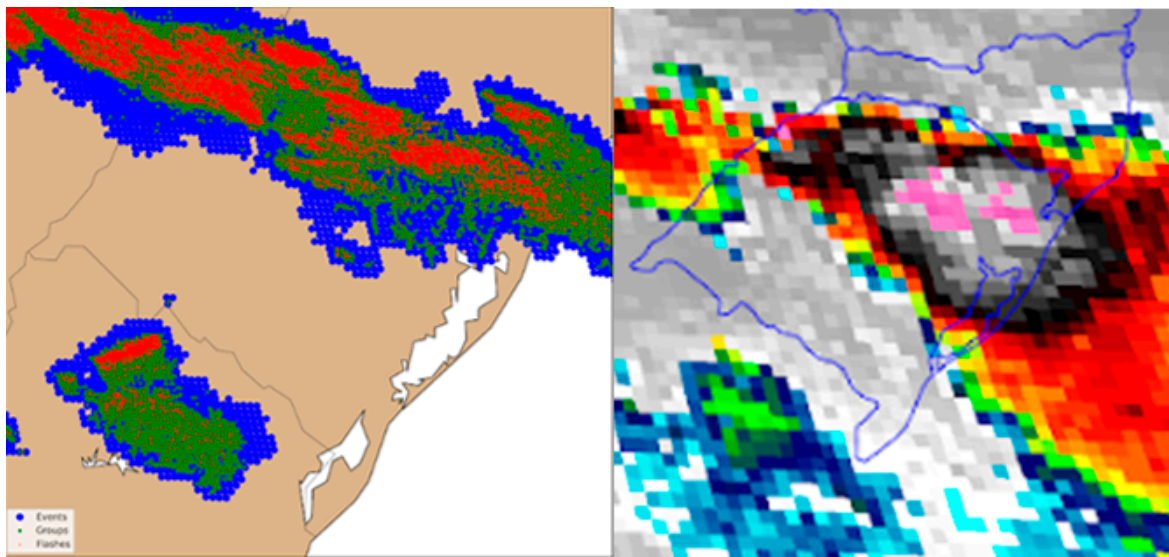


Figura 2: Imagens de satélite obtidas relativas aos relâmpagos e a precipitação que ocorreu às 06 UTC do dia 2 de maio de 2024.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. P. Caracterização dos relâmpagos ocorridos na região Nordeste do Brasil, por meio de sensoriamento remoto. 2023. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. Acessado em julho de 2024. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/ceaden/pt-br>

G1. Enchentes no RS: Total de Mortos e Desaparecidos. G1, Rio Grande do Sul, 2 jul. 2024. Acessado em 18 ago. 2024. Online. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/07/02/enchentes-no-rs-total-de-mortos-e-desaparecidos.ghtml>.

Goodman, S. J., R. J. Blakeslee, W. J. Koshak, D. Mach, J. Bailey, D. Buechler, L. Carey, C. Schultz, M. Bateman, E. McCaul, e G. Stano (2013). "The GOES-R Geostationary Lightning Mapper (GLM)". Em: Atmospheric Research 125-126, pp. 34–49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.01.006>. url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809513000434>.