

EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NO RS ASSOCIADOS A DESLOCAMENTOS DE PESSOAS, ENTRE 2019 E 2024

SOFIA SORIA GOMES DE MELLO AFFONSO¹; MATEUS DA SILVA TEIXEIRA²

¹Faculdade de Meteorologia/UFPel – sofiasoriaaffonso@hotmail.com

²Faculdade de Meteorologia/UFPel – mateus.teixeira@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Eventos extremos de chuva, caracterizados por grandes volumes de precipitação em curtos intervalos de tempo, têm se tornado mais frequentes e intensos em decorrência das mudanças climáticas. Segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2023), há evidências consistentes de que a elevação das temperaturas globais está aumentando a frequência e a intensidade das chuvas extremas em diversas regiões do planeta. No estado do Rio Grande do Sul (RS) esses eventos têm resultado em enchentes, alagamentos e deslocamentos forçados da população, gerando impactos sociais e econômicos relevantes. Dados do *Internal Displacement Monitoring Centre* (IDMC, 2024) indicam que os deslocamentos associados a desastres climáticos têm crescido globalmente, incluindo no Brasil.

Este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre eventos extremos de chuva e deslocamentos populacionais no estado do RS entre 2019 e 2024. Por meio da integração de dados meteorológicos, registros de deslocamentos e reanálise atmosférica, busca-se compreender os padrões climáticos associados a esses eventos.

2. METODOLOGIA

Dados do *Global Internal Displacement Database* (GIDD) do IDMC sobre deslocamentos internos causados por eventos meteorológicos extremos foram obtidos para identificar períodos com deslocamentos associados a estes eventos no RS entre 2019 e 2024. As informações estão disponíveis em: <https://www.internal-displacement.org/>. Foram obtidos dados das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para todo o estado durante o período estudado. Esses dados estão disponíveis em <https://portal.inmet.gov.br/>. Os dados de reanálise do ERA5 (5^a geração da reanálise do ECMWF; HERSBACH et al., 2020), disponíveis em <https://www.copernicus.eu/en>, foram usados para estudar a configuração atmosférica dos eventos de chuva encontrados.

Com base nos dados da tabela com deslocamentos por desastres climáticos do GIDD, que apenas referenciavam o mês completo ou um período de seis meses para cada evento climático, foram obtidos os dados das estações meteorológicas do INMET correspondentes aos períodos dos eventos no RS. Dessa forma, identificaram-se as estações meteorológicas com os maiores acumulados de chuva, e os eventos foram definidos a partir da análise dos períodos com acumulados superiores a 20 mm. As configurações atmosféricas foram estudadas por meio dos campos compostos de pressão ao nível médio do mar (PNMM), do escoamento atmosférico em 850 hPa e 250 hPa, da velocidade vertical e da altura geopotencial em 500 hPa, além da temperatura e umidade

específica do ar na baixa troposfera, para cada estação do ano. Esses dados foram coletados às 12 UTC do dia anterior ao início de cada evento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados observados, foi possível analisar a relação entre os eventos extremos de chuva e os deslocamentos populacionais no RS. O ano de 2024 se destaca com o maior número de deslocamentos, totalizando 801.555 pessoas, dos quais 774.642 foram causados pela enchente que atingiu o estado em maio. Em 2023, 21 eventos resultaram em 151.935 deslocados, enquanto 2022, com 27 eventos, causou 8.939 deslocamentos. Nos anos de 2020 e 2021, não foram registrados deslocamentos, e em 2019, 24 eventos resultaram em 12.374 deslocados (Figura 1a).

A relação entre eventos e deslocamentos, quando analisada por estações do ano (Figura 1b), revela que o trimestre de abril, maio, junho (AMJ) registrou o maior número de eventos, totalizando 33, e consequentemente, o maior número de deslocamentos, com 840.019 pessoas afetadas. Em contraste, o trimestre julho, agosto e setembro (JAS) apresentou o menor número de eventos, com apenas 14, resultando em 44.835 deslocados. Os trimestres janeiro, fevereiro, março (JFM) e outubro, novembro e dezembro (OND) tiveram 25 eventos cada, com 33.451 e 56.498 deslocados, respectivamente.

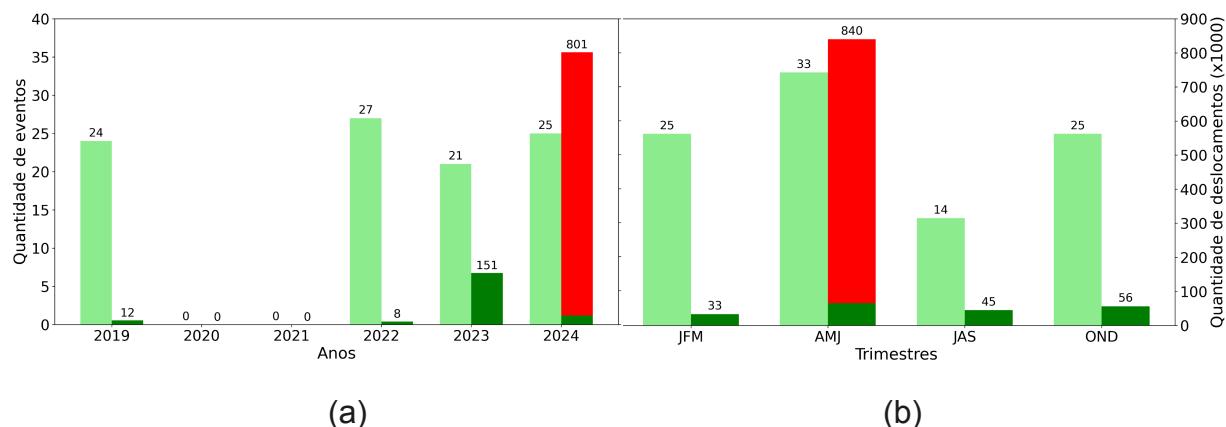


Figura 1: Quantidade de Eventos Extremos de Chuva (eixo Y esquerdo) e Deslocamentos Associados no Rio Grande do Sul (eixo Y direito) distribuídos por Ano (2019-2024) (a) e por Estações do Ano (b), com seus respectivos valores sobre as barras. A contribuição do evento de inundaçao de maio de 2024 é destacado em vermelho.

A análise das frequências anuais e trimestrais dos eventos de chuva e deslocamentos gerados por eles no RS evidencia que o período de outono é aquele com uma possibilidade um pouco maior de eventos de chuva extrema, acompanhados pela primavera e pelo verão. Apesar do inverno ser caracterizado pela passagem de frentes frias mais robustas, há uma relativa menor frequência de eventos extremos de chuva. Por fim, pode-se perceber que, anualmente, não é possível observar uma tendência de aumento de eventos ao longo dos últimos 6 anos. Os anos de 2020 e 2021 foram fortemente afetados pela fase negativa do ENOS (La Niña), o que dificultou a ocorrência de eventos significativos.

Durante o trimestre de AMJ, as diferenças negativas na PNMM (Figura 2a) no norte da Argentina (ARG) e RS indicam que o ano de 2024 teve predomínio de formação de áreas de baixa pressão nessas regiões, em comparação com os 5 anos anteriores. O campo de altura geopotencial evidencia que a superfície isobárica de 500 hPa esteve um pouco mais elevada que a média dos anos anteriores. Esta condição indica que a região teve frequentes formações de sistemas de baixa pressão, com núcleo quente, facilitada por uma situação de bloqueio atmosférico localizada no Oceano Pacífico, a oeste da América do Sul (não mostrado). Situações de bloqueios atmosféricos desloca sistemas frontais, por exemplo, para latitudes mais ao sul, impedindo o avanço de massas de ar frio e favorecendo a manutenção de temperaturas elevadas e instabilidades nas áreas a sotavento do bloqueio (AMBRIZZI; MARQUES; NASCIMENTO, 2009).

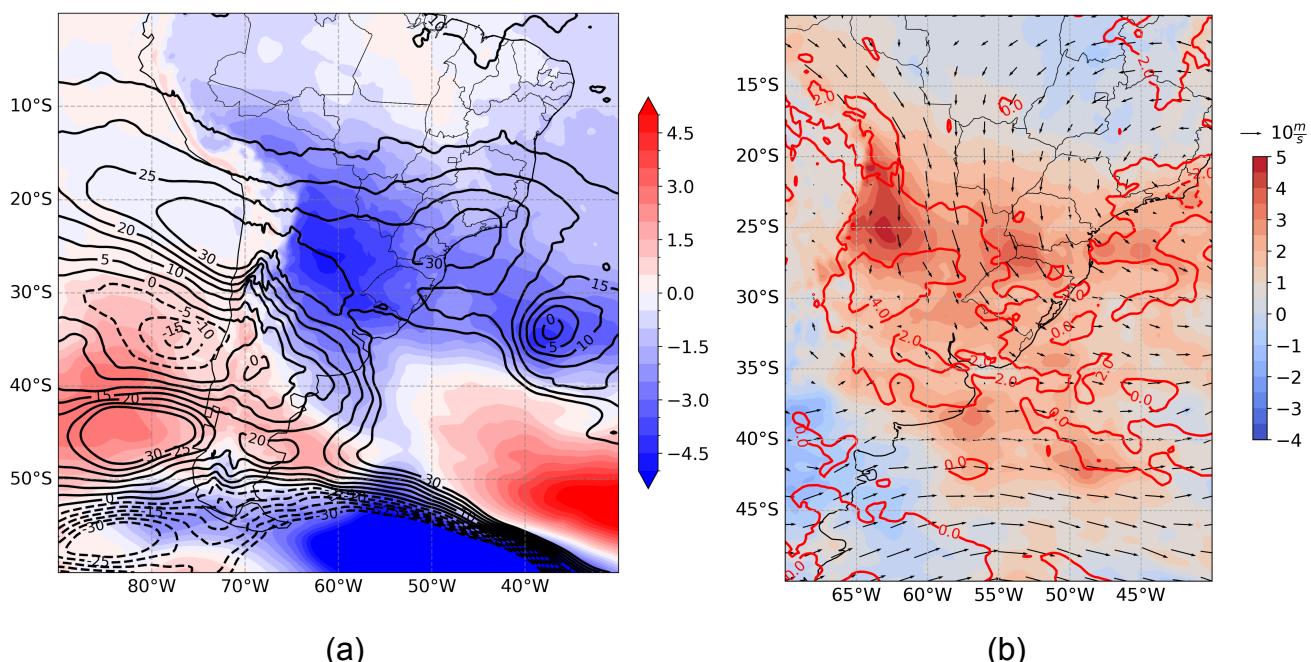


Figura 2: Diferenças entre as médias trimestrais de AMJ (2024 em relação a 2019-2023) para (a) PNMM e altura geopotencial em 500 hPa e (b) temperatura, umidade específica e vento (vetores) em 850 hPa.

O predomínio de anomalias positivas de temperatura sobre o sul do Brasil (BRA) está associado às frequentes formações de áreas de baixa pressão que por meio de sua circulação promovem o transporte de ar quente e úmido para a região (Figura 2b). Os ventos médios em 850 hPa para o trimestre AMJ de 2024 (Figura 2b) mostram um escoamento predominante de noroeste para sudeste no interior do continente, característico do Jato de Baixos Níveis (JBN), responsável pelo transporte de umidade da Amazônia para a região subtropical. Essa configuração favorece a convergência de ventos sobre o sul do BRA e ARG, o que, aliado à alta umidade, tende a gerar condições para a formação de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM).

Em relação às demais estações do ano, o verão (JFM) de 2024 apresentou anomalias negativas de temperatura, em relação aos 5 anos anteriores. Aliado à velocidade vertical média descendente (não mostrado), pode-se observar que este período não foi favorável à eventos extremos de chuva.

O inverno de 2024 (JAS) não apresentou valores excessivos de umidade sobre o RS. Apesar do escoamento médio associado aos eventos identificados nessa estação ter componente importante de norte, as anomalias positivas de temperatura ficaram concentradas sobre o Oceano Atlântico (campos não mostrados).

Na primavera (OND), pode-se observar áreas com anomalias negativas de PNMM sobre o nordeste da ARG e RS. Isto mostra que a primavera de 2024 também foi propícia a formação de áreas de baixa pressão nessas regiões, mas não de forma tão significativa quanto na estação do outono. A formação destas áreas de baixa pressão levaram a transporte de ar quente e úmido para o RS (campos não mostrados).

4. CONCLUSÕES

A análise da conexão entre eventos extremos de chuva e os deslocamentos populacionais no Rio Grande do Sul entre 2019 e 2024 revela a crescente fragilidade das comunidades diante das mudanças climáticas. A intensificação das chuvas, associada a padrões atmosféricos incomuns, tem gerado condições que resultam em enchentes e alagamentos, forçando a migração de pessoas e impactando a vida social e econômica das áreas afetadas.

O estudo dos padrões climáticos e dos deslocamentos populacionais enfatiza a necessidade de um monitoramento constante e de estratégias de mitigação para enfrentar os desafios apresentados por esses fenômenos. A presença de sistemas de baixa pressão e a convergência do fluxo de umidade são fatores cruciais que contribuem para a instabilidade atmosférica, tornando essencial a compreensão dessas dinâmicas para a elaboração de políticas públicas eficazes.

Além disso, a integração de dados meteorológicos e sociais é fundamental para criar estratégias mais eficazes na gestão de desastres e na adaptação às mudanças climáticas. A pesquisa destaca a importância de implementar ações preventivas que visem proteger as comunidades em situação de vulnerabilidade diante de eventos climáticos extremos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBRIZZI, T.; MARQUES, R.; NASCIMENTO, E. Bloqueios Atmosféricos. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 279-296.
- Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). **Displacement Data**. Acessado em 29 jul. 2025. Online. Disponível em: <https://www.internal-displacement.org/database/displacement-data/>
- Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). **Global Report on Internal Displacement 2024**. Geneva: IDMC, 2024.
- HERSBACH, H.; BELL, B.; BERRISFORD, P. et al. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 146, n. 730, p. 1999-2049, jul 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/qj.3803>. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.3803>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- World Meteorological Organization. **State of the Global Climate 2023**. Geneva: WMO, 2023.