

EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NA CIDADE DE JAGUARÃO/RS ENTRE 2019 E 2023

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

Os eventos extremos de chuva, caracterizados por grandes quantidades de chuva registradas em apenas 24 horas, têm se tornado cada vez mais recorrentes na região sul do Brasil (TEIXEIRA; SATYAMURTY, 2011), a qual possui uma distribuição uniforme de chuvas ao longo do ano. Segundo uma recente análise feita pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), em 2023 a temperatura média da superfície da Terra foi a mais quente registrada até o momento (NASA, 2024). Através do estudo da frequência em que ocorrem os eventos extremos é possível questionar se continuarão se intensificando em função das mudanças climáticas.

Para a realização deste trabalho estudou-se o regime de chuvas dentro do período de 2019 a 2023 para o município de Jaguarão, localizado ao sudeste do estado do Rio Grande do Sul (RS). O município de Jaguarão é cortado pelo Rio Jaguarão, que está localizado (100% de sua área) na região hidrográfica litorânea, dentro da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (SEMA, 2020). Este município tem, atualmente, aproximadamente 26 mil habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARÃO, 2022). Este trabalho objetiva identificar os eventos extremos de chuva que ocorreram entre 2019 e 2023 e estudar a configuração da atmosfera momentos antes do início dos eventos.

2. METODOLOGIA

Foram obtidos dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na cidade de Jaguarão/RS para o período entre 2019 e 2023. Esses dados estão disponíveis em <https://portal.inmet.gov.br/>. Os dados de reanálise do ERA5 (5^a geração de reanálise do ECMWF), disponíveis em <https://cds.climate.copernicus.eu/>, foram usados para estudar a configuração atmosférica dos eventos de chuva extrema encontrados. Esses dados foram coletados para o dia do início de cada evento, com uma hora de antecedência do início da chuva observada.

A partir dos dados do INMET foi possível avaliar o comportamento da chuva ao decorrer dos anos. O quantil de 95% da chuva horária foi avaliado e usado para identificar os eventos extremos. As configurações atmosféricas foram estudadas por meio dos campos compostos de pressão ao nível médio do mar (PNMM), de escoamento atmosférico em 850 hPa e 250 hPa, da altura geopotencial em 500 hPa, e da temperatura e umidade específica do ar na baixa troposfera. Os campos compostos foram gerados para cada estação do ano, sendo elas: verão (DJF), outono (MAM), inverno (JJA) e primavera (SON).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação dos eventos extremos foi baseada no quantil de 95% da chuva horária para cada ano: para 2019, o quantil foi de 12,62mm; para 2020 o valor do quantil foi de 9,2mm; em 2021 encontrou-se 14,78mm; para 2022 o valor foi de 9,68 e para 2023, o valor do quantil foi de 13,8mm. No total, foram identificados 51 casos de chuva intensa dentro do período estudado.

A distribuição anual (Figura 1a) dos eventos extremos de chuva mostram uma pequena diminuição do número de eventos ao longo dos cinco anos estudados. É importante destacar que não se pode generalizar essa tendência de diminuição dos eventos extremos de chuva, pois o período de avaliação é curto e pelo fato de ter havido La Niña em 2021 e 2022 (2019 e 2020 foram anos neutros, e em 2023 registrou-se El Niño). A distribuição sazonal (Figura 1b) mostra que é mais provável ter-se mais eventos extremos de chuva nas estações da primavera (SON) e verão (DJF), que consequentemente, são responsáveis por maiores quantidades de chuva, em relação às outras estações do ano.

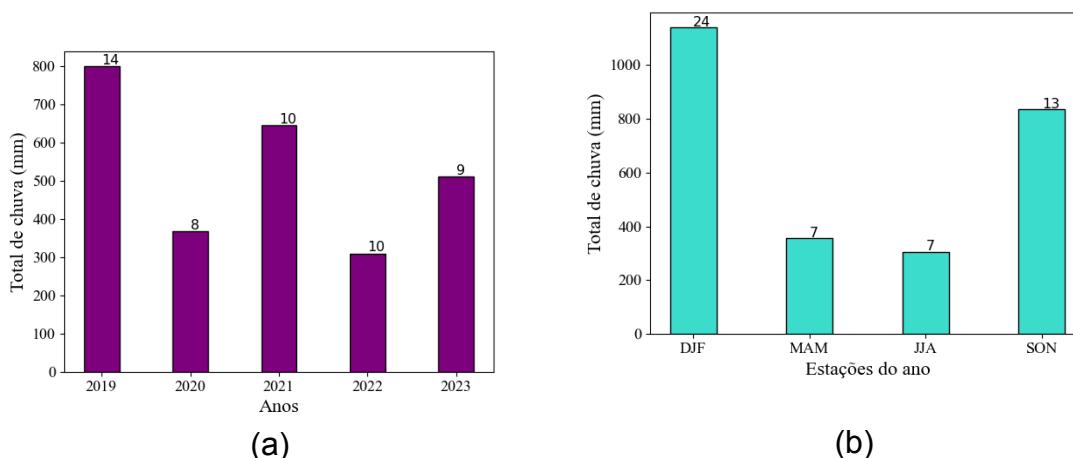


Figura 1: Total de chuva gerada pelos eventos extremos identificados em cada um dos anos (a) e em cada estação do ano (b). Os valores sobre as barras indicam a quantidade de eventos.

Na análise feita para DJF, observou-se um escoamento vindo do quadrante noroeste em direção ao estado do RS (Figura 2a), intensificando seu fluxo sob uma área de baixa pressão que se inicia no centro do continente, em torno de 70°W e se estende até 50°W, abrangendo boa parte do estado (Figura 2b). A localização da área de baixa pressão ajuda a direcionar o escoamento da região norte do Brasil para a região sul do país. A direção e intensidade do escoamento traz consigo mais umidade para a região e, consequentemente, mais calor. Pode-se observar, também, um cavado em níveis médios (500 hPa) localizado a oeste do estado. Naturalmente, a região localizada a leste de um cavado experimenta uma advecção diferencial de vorticidade ciclônica contribuindo para a formação de uma zona de baixa pressão em superfície (HOLTON, 2004).

A Baixa do Chaco (BCH) é um sistema que aparece normalmente durante a primavera e verão do Hemisfério Sul (HS), caracterizada pelo surgimento de uma extensa área de baixa pressão na região do Chaco, que está compreendida entre a Bolívia (BOL) e o Paraguai (PAR) (SELUCHI; GARREAUD, 2012). A aparição desse sistema influencia na direção e intensidade dos ventos que chegam à

região sul do país provenientes do quadrante norte. Durante SON (não mostrado) e DJF, o transporte de umidade é maior se comparado com as demais estações do ano. O acúmulo de ar quente e úmido gerado pela convergência do ar próximo à superfície aliada ao escoamento divergente na alta troposfera (em 250 hPa), favorece a formação de nuvens profundas sobre o RS e levam à ocorrência de chuvas intensas, as quais recebem o nome de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's) (MADDOX, 1980). Os CCM's são aglomerados convectivos formados comumente próximo ao PAR, e se deslocam em direção a leste, chegando ao RS (FIGUEIREDO; SCOLAR, 1996). Em SON o cavado visto em níveis médios (não mostrado) se torna mais extenso (em relação à DJF), e a localização do seu eixo a oeste favorece a intensificação dos jatos em altos níveis (250 hPa).

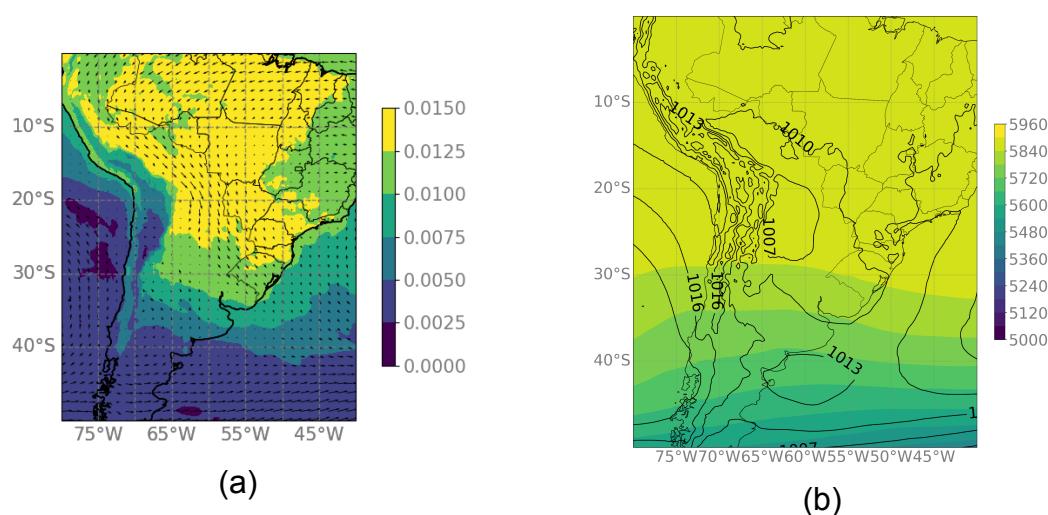


Figura 2: Campos compostos de (a) umidade específica (kg kg^{-1}) e vento (vetor) em 850hPa e (b) PNM (hPa) e altura geopotencial em 500hPa (m), para os eventos de chuva extrema ocorridos em DJF.

Em comparação à DJF, os campos compostos dos eventos de chuva intensa para MAM (não mostrados) mostram que a área de baixa pressão, que antes se estendia até o estado, diminui e se concentra nos 60°W de longitude. Isto causa a diminuição na velocidade dos ventos em superfície e, consequentemente, uma menor intensidade de transporte de umidade em comparação com o observado nas estações quentes. Já nos compostos para JJA (não mostrados), observa-se uma diminuição do fluxo do escoamento e do transporte de umidade para o sul do estado, a estação registra as temperaturas mais baixas em relação às demais. O cavado em níveis médios possui amplitude menor, em relação ao observado nos compostos de DJF e SON.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que as estações que apresentam maiores valores de chuva acumulada devido aos eventos de chuva intensa são a primavera e o verão. Além disso, observou-se que a chuva total anual, a quantidade de eventos extremos de chuva e suas durações médias estão diminuindo desde 2019 até o último ano.

Esse resultado não pode ser entendido como uma tendência geral, pois foram analisados apenas 5 anos, sendo que em dois deles foi registrada a ocorrência de La Niña. É necessária uma análise mais longa para a identificação de tendências.

Os campos compostos mostraram sinais mais importantes das variáveis atmosféricas para os eventos ocorridos na primavera e no verão. Nessas estações, um cavado em níveis médios localizado a leste do RS, uma área de baixa pressão sobre a região centro-sul da América do Sul, ventos de nordeste sobre o Paraguai, Argentina e RS estiveram associados aos eventos de chuva intensa. Estas configurações favoreceram o transporte de ar quente e úmido para o RS, e a geração de movimento vertical ascendente, levando a formação de sistemas convectivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO, J. C.; SCOLAR, J, 1996: Estudo das trajetórias dos sistemas convectivos de mesoscala na América do Sul. In: **VII Congreso Argentino de Meteorología e VII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología**, Buenos Aires, Argentina, 1996, Resumo expandido, Buenos Aires: CAM/FLISMet, 1996. p.165-166.

HOLTON, J. R. **An Introduction to Dynamic Meteorology**. San Diego: Elsevier, 2004. 4th edition. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/bookseries/international-geophysics/vol/88/suppl/C>. Acesso em: 9 out. 2024.

MADDOX, Robert A. 1980: Mesoscale Convective Complexes. **Bulletin of the American Meteorological Society**. Vol 61, Nº 11, p.1374-1387.

NASA. **NASA Analysis Confirms 2023 as Warmest Year on Record**. NASA Headquarters, 12 Jan. 2024. Acessado em 03 out. 2024. Online. Disponível em: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-analysis-confirms-2023-as-warmest-year-on-record/>

PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARÃO. **Aspectos gerais do município**. Acessado em 16 set. 2024. Online. Disponível em: [\(https://www.jaguarao.rs.gov.br/aspectos-gerais-do-municipio/#:~:text=Sistema%20Hidrogr%C3%A1fico%20de%20Jaguar%C3%A3o,%2C11%25%20do%20estado\)](https://www.jaguarao.rs.gov.br/aspectos-gerais-do-municipio/#:~:text=Sistema%20Hidrogr%C3%A1fico%20de%20Jaguar%C3%A3o,%2C11%25%20do%20estado))

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **L040- Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo**. Acessado em 16 de set. 2024. Online. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/l040-bh-mirim>

SELUCHI, M. E.; GARREAUD, R. D. Campos médios e processos físicos associados ao ciclo de vida da Baixa do Chaco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Brasil, v.27, n.4, p.447-462, 2012.

TEIXEIRA, M. S.; PRIETO, R. B. Eventos Extremos de Chuva no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2004 e 2013. Parte 1: Definição dos Eventos e Estatísticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 45-52, 2020.