

## **ANÁLISE DO EVENTO DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA OCORRIDO NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E RIO GRANDE DO SUL EM NOVEMBRO DE 2023**

**BRUNA ROSSALES PERLEBERG<sup>1</sup>; SAMUEL HOSSER<sup>2</sup>; SAMUEL HOSSER<sup>2</sup>;  
HENRIQUE NÖRNBERG DA SILVA<sup>3</sup>; LEONARDO CALVETTI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [brunarossales1@gmail.com](mailto:brunarossales1@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [samuelhossler@hotmail.com](mailto:samuelhossler@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [hiquens8@gmail.com](mailto:hiquens8@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lcavetti@ufpel.edu.br](mailto:lcavetti@ufpel.edu.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

O Rio Grande do Sul está localizado em uma região latitudinal que favorece a atuação de fenômenos meteorológicos, como frentes frias e sistemas de escala maior como o fenômeno El Niño, que impactam diretamente sua economia, especialmente no agronegócio. As frentes frias, que atravessam o estado regularmente, promovem uma boa distribuição das chuvas (Cera e Ferraz, 2007). Recentemente, a região tem experimentado um aumento na frequência de chuvas intensas, influenciadas por sistemas como ciclones, complexos convectivos de mesoescala e sistemas frontais (Grimm, 2009).

Em novembro de 2023, as intensas chuvas e temporais na região Sul do Brasil resultaram em quatro mortes e 63 feridos no Rio Grande do Sul (RS), além de 2.653 desabrigados e 24.976 desalojados, com 3.351 pessoas em abrigos públicos. Os eventos causaram alagamentos, inundações e danos significativos a edificações, incluindo o desabamento de um ginásio na cidade de Giruá, afetando 138 municípios (INMET, 2024). O estado de Santa Catarina (SC), enfrentou chuvas intensas e persistentes, resultando em enchentes, deslizamentos, e seis tornados. O fenômeno El Niño e outros sistemas meteorológicos, como baixas pressões e Jato de Baixos Níveis, contribuíram para o excesso de precipitação, com acumulados de chuva superando 600 mm em algumas regiões (DC/SC, 2024).

Este trabalho teve como objetivo analisar os sistemas meteorológicos responsáveis pelos altos volumes pluviométricos registrados em Santa Catarina e Rio Grande do Sul entre os dias 16 e 17 de novembro de 2023.

### **2. METODOLOGIA**

A região Sul do Brasil, que inclui os estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), cobre uma área de 576.774,31 km<sup>2</sup>, situada entre as latitudes 22,5°S e 33,7°S e as longitudes 48°O e 57,6°O. Este estudo analisou o período de 16 a 17 de novembro de 2023, utilizando dados da quinta geração de reanálise do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ERA5). A reanálise ERA5, com uma resolução espacial de 0,25 grau de latitude e longitude (Hersbach *et al.*, 2020), oferece uma ampla gama de variáveis, como as componentes zonal (u), meridional (v) e ômega (ω) do vento, além da altura geopotencial e da temperatura em todos os níveis de pressão, que variam de 1000 a 100 hPa, totalizando 27 níveis. A pressão ao nível médio do mar (PNMM) também foi considerada na análise.

Para a análise sinótica do caso foram utilizados os seguintes campos: pressão ao nível do mar (PNMM), espessura da camada de 1000-500 hPa, intensidade e direção dos ventos em 850 e 250 hPa, ômega e altura geopotencial em 500 hPa. Esses dados foram processados e gerados utilizando a linguagem de programação Python.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia 16, em altos níveis (250 hPa) (Figura 1b), uma corrente de jato ampla e intensa cobre o RS, com velocidades de vento em torno de  $70 \text{ m s}^{-1}$ . Nos níveis médios (500 hPa) (Figura 1d), o escoamento é forte sobre a região Sul, influenciado por um cavado sobre o Oceano Pacífico. Algumas perturbações de onda curta embebidas no fluxo baroclínico acentuam o levantamento vertical na região, como indicado pelos valores de ômega ( $w$ ). O campo de espessura 1000-500 hPa (Figura 1a) destaca uma região bastante aquecida que cobre o Sul do Brasil, associada ao aprofundamento de um cavado continental entre a Argentina e o Sul do Brasil intensificam o Jato de Baixos Níveis (JBN) (Figura 1c), contribuindo para a ocorrência de tempestades severas nesse dia.

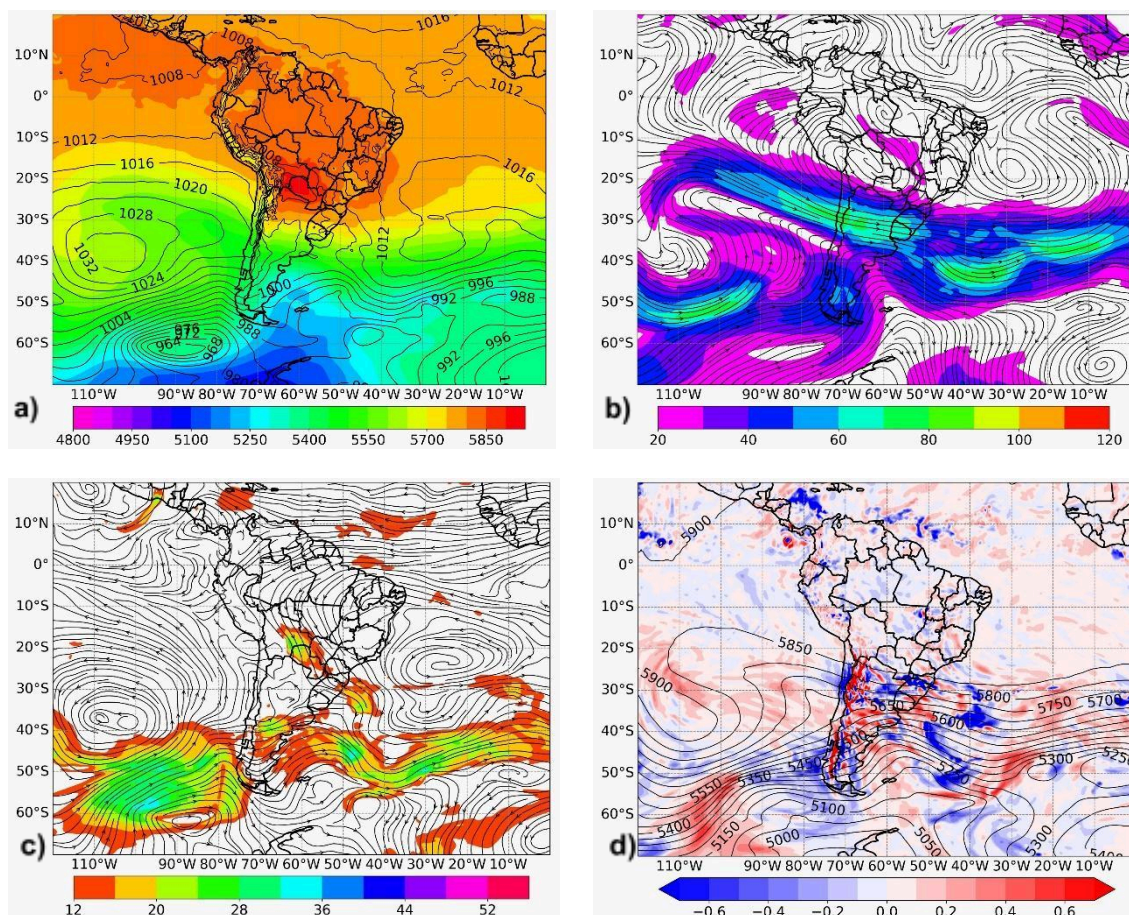


Figura 1 - Espessura na camada de 1000-500 hPa e PNMM (a), linhas de corrente e intensidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ) em 250 hPa (b), linhas de corrente e intensidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ) em 850 hPa (c) e altura geopotencial e ômega ( $\text{Pa s}^{-1}$ ) em 500 hPa (d) às 00 UTC do dia 16/11/2023.

No dia 17, um cavado extenso atravessou gradualmente os Andes, fazendo com que sua corrente de jato intensa se estendesse sobre o Sul do



Brasil, com velocidades de vento em 250 hPa variando entre 30 e 70 m s<sup>-1</sup>, sendo mais fortes no Rio Grande do Sul e diminuindo em direção ao Paraná (Figura 2b). Em níveis médios (500 hPa), várias perturbações associadas ao cavado/corrente de jato se propagaram pelo escoamento, acentuando localmente o levantamento e as velocidades do vento (Figura 2d). Em baixos níveis, o aprofundamento de um cavado em superfície (Figura 2a), associado a um sistema de baixa pressão continental, induziu um intenso JBN em 850 hPa (Figura 2c) e o avanço de uma frente quente sobre o norte do Rio Grande do Sul. O avanço deste sistema esteve relacionado à ocorrência de tempestades severas durante a madrugada, com a persistência de algumas dessas tempestades pela manhã, em meio às extensas áreas de precipitação da frente quente. Durante o dia, a frente estacionou no centro do Rio Grande do Sul, e novas tempestades severas se formaram nas proximidades da frente e no setor quente no norte do estado e em Santa Catarina. À noite, a frente deslocou-se para o norte como uma frente fria, induzindo uma nova rodada de tempestades severas.

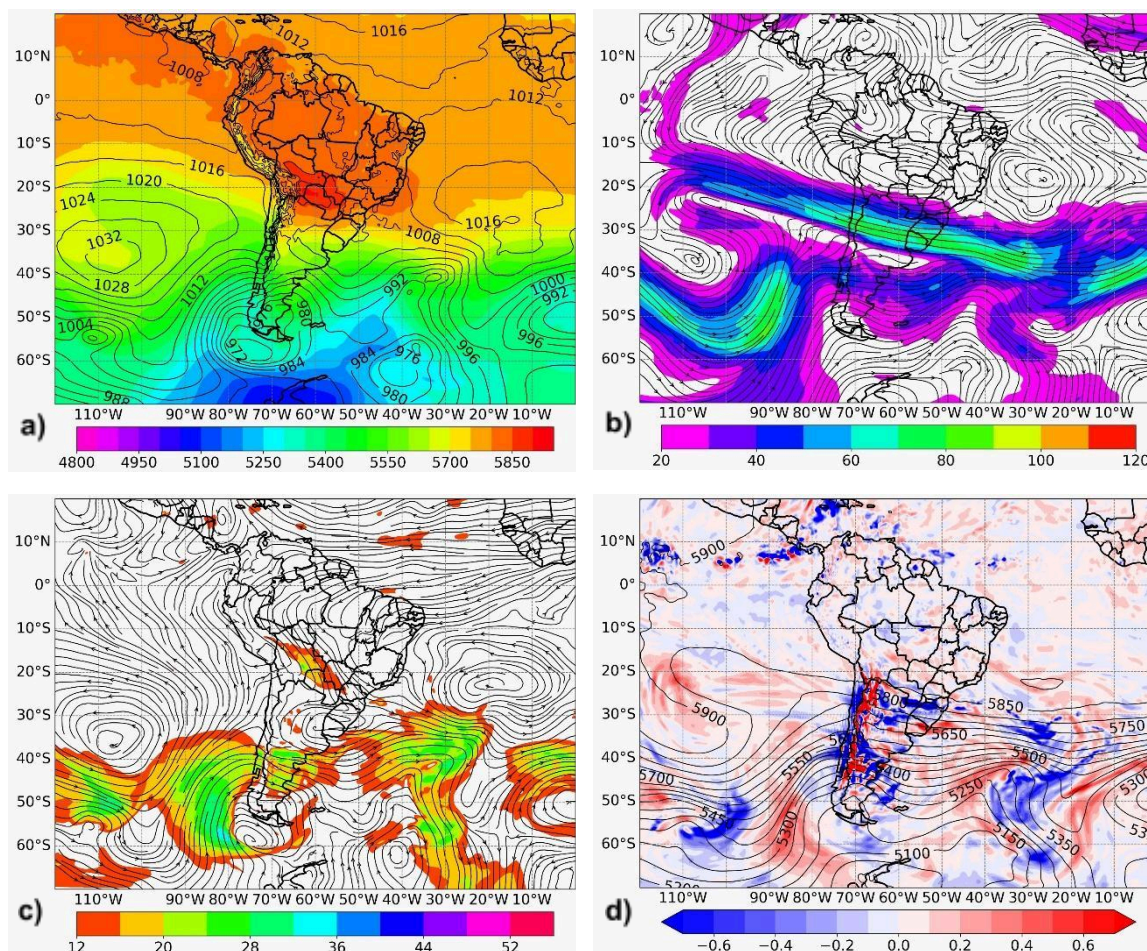


Figura 2 - Espessura na camada de 1000-500 hPa e PNMM (a), linhas de corrente e intensidade do vento (m s<sup>-1</sup>) em 250 hPa (b), linhas de corrente e intensidade do vento (m s<sup>-1</sup>) em 850hPa (c) e altura geopotencial e ômega (Pa s<sup>-1</sup>) em 500 hPa (d) às 00UTC do dia 17/11/2023.

#### 4. CONCLUSÕES

Essas condições sinóticas criaram um ambiente altamente favorável para a ocorrência de tempestades severas no Sul do Brasil. A intensificação do JBN, aliada ao cavado continental e ao escoamento intenso em médios e altos níveis, junto ao alto fluxo baroclínico em médios níveis contribuíram para o desenvolvimento e organização dessas tempestades. Esses fatores resultaram em fortes levantamentos e intensa convecção, desencadeando eventos de tempo severo na região.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Caracterização da Precipitação no Estado do Rio Grande do Sul. In: **Anais do II Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis- SC**, 2007.

DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA (DC/SC). **Retrospectiva meteorológica DC/SC 11/2023: novembro marcado por muita chuva e eventos extremos em Santa Catarina**. *Defesa Civil de Santa Catarina*, Florianópolis, 04 dez. 2023. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/notas-oficiais/retrospectiva-meteorologica-dc-sc-11-2023-novembro-marcado-por-muita-chuva-e-eventos-extremos-em-santa-catarina/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

GRIMM, A.M. Clima da região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. P.259-275.

HERSBACH, Hans et al. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 146, n. 730, p. 1999-2049, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Novembro registra chuva acima da média em parte da região Sul**. Portal INMET, Brasília, 01 dez. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/novembro-registra-chuva-acima-da-m%C3%A9dia-em-parte-da-regi%C3%A3o-sul>. Acesso em: 10 ago. 2024.