

## A precipitação na bacia hidrográfica do Rio Guaporé/RS durante o evento extremo de 2024

Siclério Ahlert<sup>1,2</sup>; André Jasper<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Bento Gonçalves. Bento Gonçalves, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD) da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES). Lajeado, RS, Brasil

\* Orientador

### Introdução

O Rio Guaporé/RS tem sua nascente situada no planalto meridional na altitude de 825 metros, no município de Água Santa, onde é inicialmente conhecido por Arroio Cachoeirão. A partir da sua confluência com o Arroio Marau, próxima a cidade homônima, assume essa nova nomenclatura. A partir do encontro deste com o Rio Capingui, passa a ser denominado de Rio Guaporé, designação que mantém até sua foz, desaguando na margem direita do Rio Taquari. A bacia do Guaporé drena uma área de 2486 km<sup>2</sup>, numa extensão total que ultrapassa 290 km, dissecando integral ou parcialmente, o território de vinte e cinco municípios. (Hasenack e Weber, 2010; IBGE, 2022; ESA Copernicus DEM, 2025; Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, 2025).

Na sua foz, localizada na divisa dos municípios de Muçum e Encantado, o Rio Guaporé alcança cota altimétrica inferior a 40 metros. A interpretação visual de imagens de satélite, do mapa da rede hidrográfica e do modelo digital do terreno, demonstra que a bacia do Guaporé tem formato alongado e elipsoidal, com predomínio de padrões de drenagem dendríticos e retangulares, decorrentes do controle estrutural e, com fluxo predominante no sentido norte-sul. (Hasenack e Weber, 2010; IBGE, 2022; ESA Copernicus DEM, 2025; Copernicus Sentinel, 2024).

Essa bacia hidrográfica foi uma das áreas mais afetadas durante o evento extremo de precipitação ocorrido entre 29 de abril e 05 de maio de 2024, gerando deslizamentos e inundações que destruíram infraestruturas e lavouras em grande parte do estado. Os impactos econômicos e sociais gerados durante e após a ocorrência do evento, justificam a necessidade

de estudos que compreendam as circunstâncias que o ocasionaram, visando o estabelecimento de diretrizes de precaução e alertas de defesa civil, em caso de recorrência de condições atmosféricas similares.

Dentro desse arcabouço, os objetivos do trabalho são:

- 1) avaliar as características meteorológicas e os padrões de circulação atmosférica durante o evento extremo de precipitação;
- 2) analisar a distribuição da precipitação sobre a bacia hidrográfica durante o evento.

### **Materiais e Métodos**

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados dados de estações meteorológicas e de pluviômetros digitais, além de dados espaciais como bases cartográficas e sequências de imagens de satélite meteorológicas.

As bases cartográficas utilizadas foram:

- Base Territorial do Brasil (IBGE, 2022);
- Base cartográfica vetorial do Rio Grande do Sul (Hasenack e Weber, 2010);
- Copernicus Digital Elevation Model (ESA Copernicus DEM, 2025);
- Bacias hidrográficas - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA, 2025).

Foram adquiridas as imagens do satélite *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES) 16 e disponibilizadas no Brasil através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os dados de precipitação foram obtidos nas páginas institucionais do Instituto Nacional de Meteorologia, que dispõe de uma rede de estações meteorológicas automáticas. Ainda, os dados dos pluviômetros do Serviço Geológico do Brasil e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Todas as estações estão no entorno, ou seja, não há nenhuma estação institucional instalada dentro da bacia.

As bases cartográficas serviram para a elaboração de mapas que subsidiaram as descrições desse espaço. Os dados meteorológicos foram usados para a elaboração de mapas de distribuição da precipitação e de gráficos que fundamentam as análises e discussões do trabalho. As imagens de satélite meteorológicas serviram para compreender a dinâmica da circulação atmosférica e o processo de formação dos sistemas de tempestades que ocasionaram os volumes extraordinários de precipitação.

## Resultados e discussão

Os resultados são divididos em dois tópicos, que sequencialmente se complementam na configuração do evento extremo. As condicionantes atmosféricas que propiciaram uma dinâmica de circulação que aportou vapor d'água de forma persistente para a região, culminado em volumosa precipitação, concentrada sobre uma estreita faixa do nordeste gaúcho, e em específico, atingindo a bacia do Rio Guaporé/RS.

### Condicionantes atmosféricas:

A configuração das condicionantes atmosféricas que estabeleceram um padrão de circulação favorável a ocorrência de precipitação excessiva sobre o centro-norte do estado gaúcho, podem ser percebidas na sequência de seis imagens satelitais do GOES 16, sempre as 18:00 UTC, entre os dias 29 de abril e 04 de maio.

Na figura 1 (29/04/2024), percebem-se três sistemas de nebulosidade atuantes sobre a América do Sul, que ainda que aparentemente distanciados geograficamente, estão interconectados por padrões de circulação atmosférica.

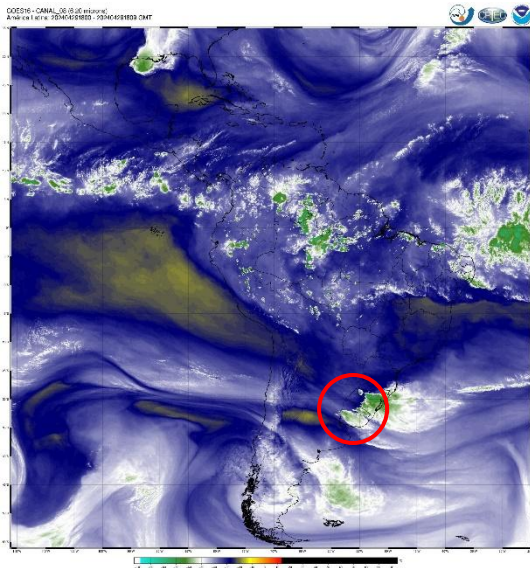
Na área equatorial, a zona de convergência intertropical é identificável por uma faixa de nebulosidade com presença de grandes complexos de nuvens. Esse sistema alimenta uma circulação nos níveis baixos e médios da atmosfera, que alcançam a faixa meridional brasileira, onde a corrente de jato subtropical é percebida em toda sua extensão. Sobre o Rio Grande do Sul, sistemas convectivos são destacados, com expressivo desenvolvimento vertical, o que potencializa a intensidade da precipitação.

No sul do continente, a ondulação de Rossby tem formação irregular e dá origem a um sistema frontal, nos extremos da Patagônia.

Na figura 2 (30/04/2024), o cenário meteorológico é muito parecido com o dia anterior, com a manutenção de condições convectivas na medida em que o sistema frontal avança em direção ao estado, associado com um ciclone que se apresenta bem formatado desde o Oceano Pacífico até o Atlântico, cruzando toda a Patagônia central.

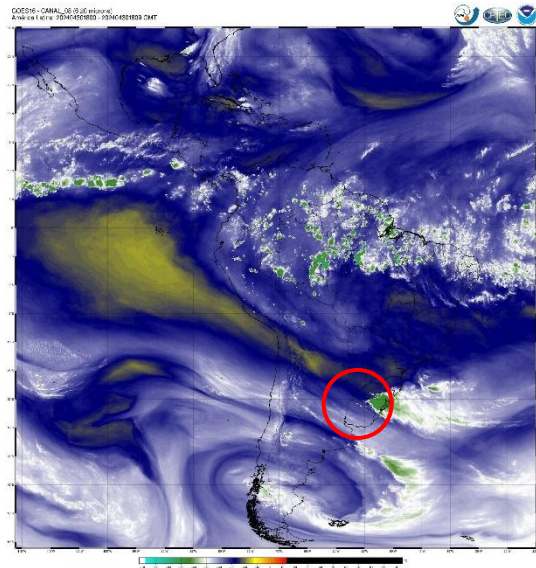
Essa combinação de fatores favoreceu o aumento de precipitação sobre o RS, sendo esta volumosa, eventualmente intensa e persistente.

Figura 01: Imagem de 29/04/2024 (18:00 UTC)



Fonte: INPE (2024)

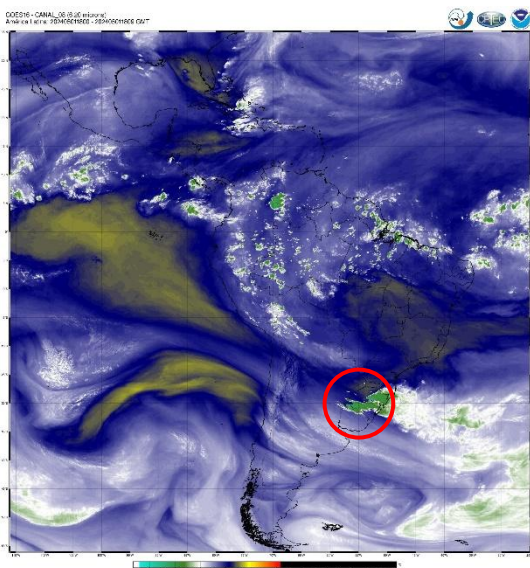
Figura 02: Imagem de 30/04/2024 (18:00 UTC)



Fonte: INPE (2024)

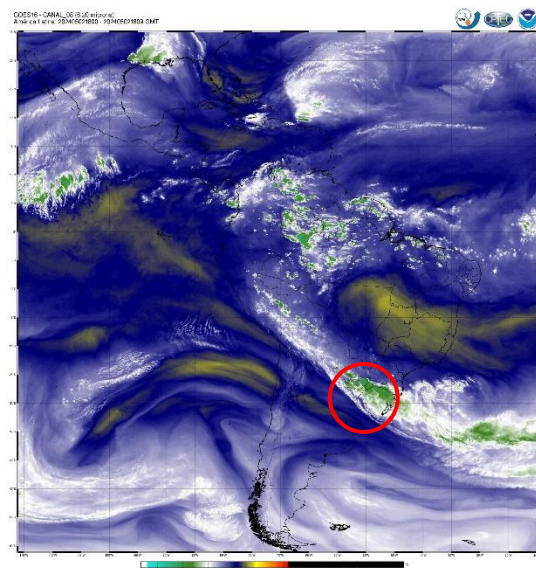
Na figura 3 (01/05/2024), percebe-se o aporte da umidade através dos jatos de baixos níveis da região amazônica e a atuação da frente fria, alimentando os sistemas de tempestades geradores de chuva. O sistema frontal fica evidente na figura 4 (02/05/2024), quando uma extensa faixa de umidade é percebida desde a Bolívia até o Atlântico, cruzando o nordeste gaúcho, alimentando os sistemas de nebulosidade, que ocasionaram chuvas intensas, persistentes e continuamente retroalimentados.

Figura 03: Imagem de 01/05/2024 (18:00 UTC)



Fonte: INPE (2024)

Figura 04: Imagem de 02/05/2024 (18:00 UTC)

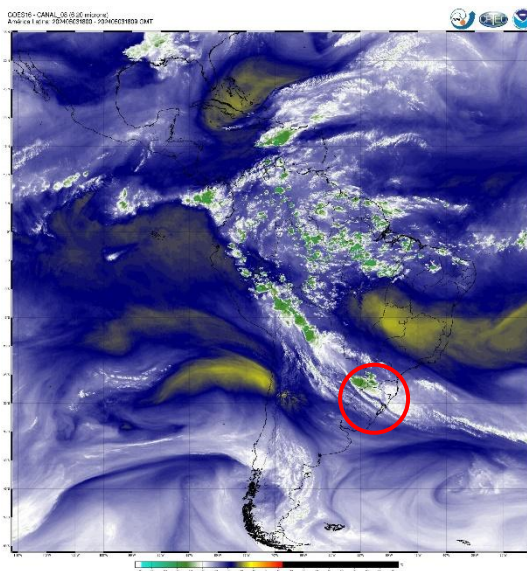


Fonte: INPE (2024)

A figura 5 (03/05/2024) demonstra que a frente fria passou para estacionária, mantendo o corredor de umidade desde a região amazônica até o Atlântico. O predomínio da condição de tempo nublado, com episódios de precipitação localizada e de menor volume.

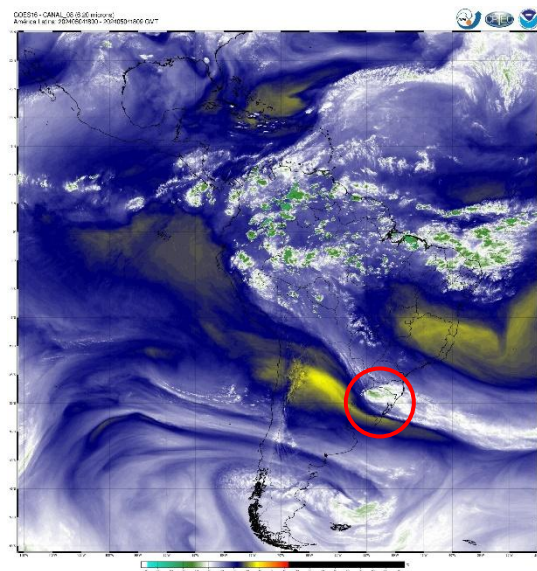
Na figura 6 (04/05/2024), o sistema frontal permaneceu estacionário, ocasionando novas precipitações e que alcançaram volumes elevados em algumas regiões. Concomitante, uma massa de ar seca adentrou a partir do oeste do continente, o que favoreceu o progressivo deslocamento da frente, diminuindo as precipitações ao longo do dia seguinte.

Figura 05: Imagem de 03/05/2024 (18:00 UTC)



Fonte: INPE (2024)

Figura 06: Imagem de 04/05/2024 (18:00 UTC)



Fonte: INPE (2024)

Ao final do dia 05 de maio, a nebulosidade havia se dissipado e com isso, encerrava-se o evento extremo de precipitação mais intenso já registrado, deixando um rastro de destruição, através dos deslizamentos e das inundações causadas.

#### Distribuição espacial e volume da precipitação

A análise da distribuição espacial da precipitação através dos mapas diários e a elaboração de gráficos para as estações permitiu ver que no dia 29 de abril, ocorreram as primeiras chuvas, de distribuição irregular e que não superaram os 100 mm em nenhuma estação. As maiores precipitações ocorreram entre os dias 30 de abril e 02 de maio, quando as estações de Muçum, Santa Tereza e Fontoura Xavier superaram os 150 mm diários. O dia 03 de maio registrou pouca

precipitação, exceto em Santa Tereza, com 45,6 mm. Volumes mais expressivos ocorreram novamente no dia 04 de maio e o evento se encerrou ao longo do dia 05 de maio, com pancadas isoladas e pouco expressivas.

A precipitação ocorrida nesses sete dias teve menor volume à montante, aumentando no setor médio e jusante da bacia. A estação de Passo Fundo, próxima ao divisor hídrico ao norte da bacia registrou 268,4 mm. Situadas ao leste da bacia, as estações de Serafina Corrêa, com 472,4 mm e de Guaporé, com 700 mm, foram superadas pelos 746,8 mm de Fontoura Xavier, situada no oeste da bacia. No entorno da foz, algumas estações situadas ao longo do Rio Taquari, registraram volumes ainda maiores, como Muçum com 795 mm e Santa Tereza, com 747,2 mm. Na linha José Júlio precipitaram 639 mm e em Encantado 614,8 mm. Portanto, o volume nesse setor jusante da bacia foi mais que o dobro em comparação com a área das cabeceiras.

### **Considerações finais**

O evento extremo de precipitação ocorrido em 2024 sobre o nordeste do estado atingiu fortemente o setor médio e jusante da bacia do Rio Guaporé/RS. O padrão de circulação atmosférica que combinou o aporte de umidade da região amazônica com processos convectivos e passagem de um sistema frontal geraram precipitação excepcional durante uma semana, notadamente concentrada em três dias. A peculiaridade do evento deve servir de alerta para políticas públicas de defesa civil e, requer atenção da sociedade para a recorrência desse tipo de condição atmosférica, face aos riscos que oferece e os prejuízos sociais e econômicos que causa.

**Palavras-Chave:** Vale do Taquari-Antas; Tempo meteorológico; Chuva excepcional.

**Agradecimentos:** Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS); À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Ao Laboratório de Paleobotânica e Evolução de Biomas (LPEB) da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES).

### **Referências Bibliográficas**

Copernicus Sentinel. **Copernicus Browser**. 2024. Processado pela ESA. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>. Acesso em maio de 2024.

ESA Copernicus DEM. **Copernicus DEM** - Global and European Digital Elevation Model. 2024. Disponível em: <https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections/copernicus-contributing-missions/collections-description/COP-DEM>. Acesso em Maio de 2024.

Hasenack, H.; Weber, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3). Disponível em: <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/publicacoes/serie-geoprocessamento/>. Acesso em dezembro de 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/>. Acesso em março de 2025.

Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, 2025. **Dados Gerais das Bacias Hidrográficas** Disponível em <https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>. Acesso em setembro de 2025.