

## **Análise Sinótica do ciclone extratropical que provocou um evento extremo de precipitação no nordeste do RS em junho de 2023**

**DIULIO PATRICK PEREIRA MACHADO<sup>1</sup>; JÚLIA VERÔNICA SOARES<sup>2</sup>, ANDRÉ BECKER NUNES<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – diuliosigne10@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – juliaverosoares@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – beckernunes@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO**

No centro-sul da América do Sul, as condições do tempo e por consequência também o clima são amplamente influenciados por diversos sistemas meteorológicos, como sistemas frontais, ciclones, linhas de instabilidade e sistemas de mesoescala, sendo que, entre os sistemas transientes de latitudes médias que mais influenciam as condições do tempo no sul do Brasil, estão os ciclones extratropicais (Reboita et al., 2017).

Esses sistemas estão associados a ventos fortes, chuvas intensas, inundações, enxurradas e condições oceânicas perigosas, resultando em perdas socioeconômicas e muitas vezes vidas humanas (Reboita et al., 2010). Segundo Reboita (2010), o transporte de umidade para a costa sul e sudeste do Brasil é um dos fatores que favorece a queda de pressão atmosférica nessa região e esse transporte pode ser tanto pelo Jato de Baixos Níveis (JBN) quanto pelo anticiclone semipermanente do Atlântico Sul (ASAS), e em grande maioria das vezes, acoplados.

Considerando a presença comum destes sistemas meteorológicos no Rio Grande do Sul (RS), assim como o crescimento de cidades próximas à costa, tem se aumentado a vulnerabilidade das pessoas que vivem nestes locais frente a eventos climáticos, situação que é agravada ainda, pela característica de relevo do estado gaúcho, caracterizado por montanhas poucos quilômetros continente adentro. Deste modo, o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise sinótica da formação de um ciclone extratropical na costa norte do RS em junho de 2023.

### **2. METODOLOGIA**

Para realização da análise sinótica do evento, foram utilizados dados horários de Reanálises ERA 5, do qual possui resolução espacial de 0,25° x 0,25° com 139 níveis verticais (Hersbach et al., 2020). Foram realizados campos de Pressão ao Nível médio do mar (PNMM), Altura Geopotencial em 500 hPa (H500), Linha de Corrente em 250 hPa (LC250), Linha de Corrente em 850 hPa (LC850) e Precipitação acumulada total (PrecT).

Para rastreamento da massa de ar, foi utilizado o modelo *HYSPLIT* <[HYSPLIT – Air Resources Laboratory \(noaa.gov\)](https://www.noaa.gov/air-resources-laboratory)>. O método de cálculo do modelo é um híbrido entre a abordagem lagrangiana, que usa um quadro móvel de referência à medida que as parcelas de ar se movem de seu ponto inicial, e a abordagem euleriana, que usa uma grade tridimensional fixa como um quadro de referência. Para realizar o rastreio da massa de ar utilizando o HYSPLIT 72h antes de sua incursão foi escolhido como ponto geográfico de entrada o município

de Maquiné-RS, um dos municípios atingidos e na área de abrangência do presente estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se nos dias 14 e 15, anteriormente do evento de chuva extrema, um amplificado cavado e posteriormente um vórtice ciclônico sobre o continente no nível de 500 hPa, enquanto que em superfície começa haver queda de pressão atmosférica sobre o litoral, mostrando um ambiente altamente baroclínico (Figura 1).

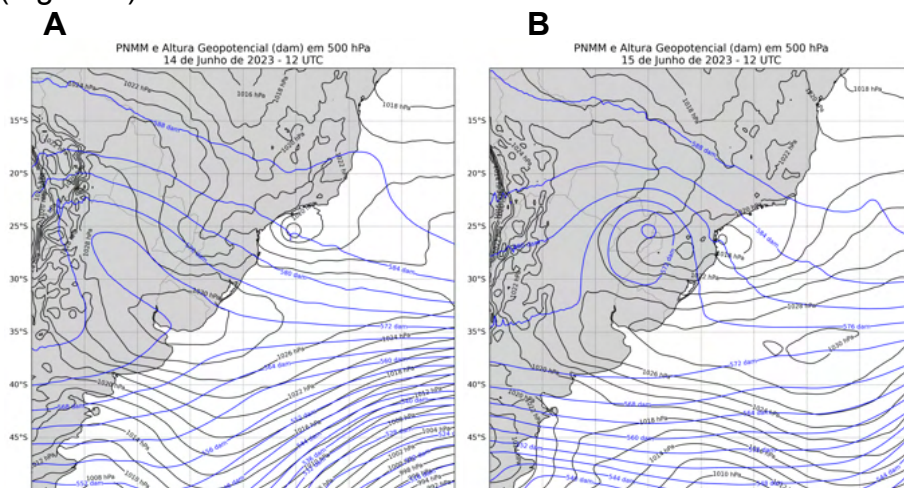


Figura 1 - Em (A) pressão ao nível médio do mar em contornos pretos e Altura Geopotencial em 500 hPa em contornos azuis para o dia 14 de jun de 2023 as 12 UTC e em (B) o mesmo para o dia 15 de jun de 2023 as 12 UTC.

Posteriormente, nos dias 16 e 17 de junho, observa-se que os sistemas já estão em fase em baixos e médios níveis no litoral gaúcho, principalmente no dia 16, mostrando uma barotropia e portanto um sistema já em fase madura, enquanto que no dia 17 entra já na fase de dissipação, conforme pode ser observado na Figura 2.

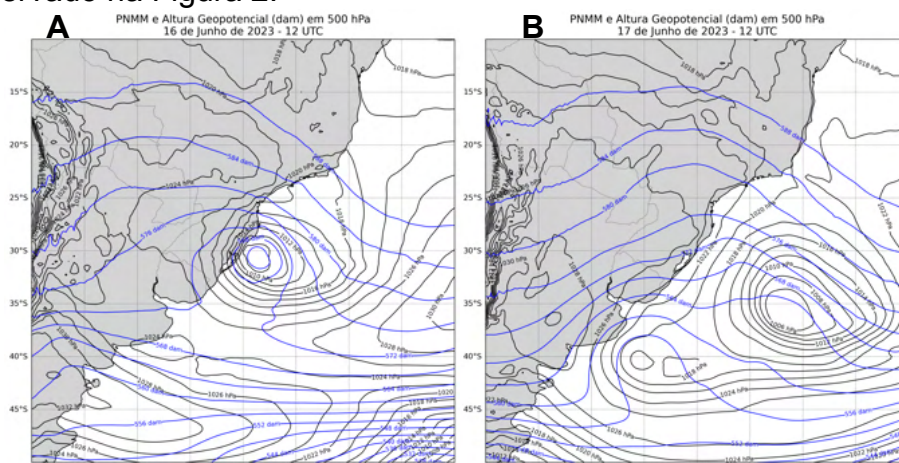


Figura 2 - Em (A) pressão ao nível médio do mar em contornos pretos e Altura Geopotencial em 500 hPa em contornos azuis para o dia 16 de jun de 2023 as 12 UTC e em (B) o mesmo para o dia 17 de jun de 2023 as 12 UTC.

Quando observado o escoamento de baixos níveis durante a fase madura do sistema por meio das linhas de corrente, observa-se que para este caso o oceano Atlântico Sudoeste (OASW) teve maior influência, conforme pode ser visto

na Figura 3 e ainda visto pelo rastreamento de massa de ar usando o modelo de rastreamento Hysplit (Figura 4).

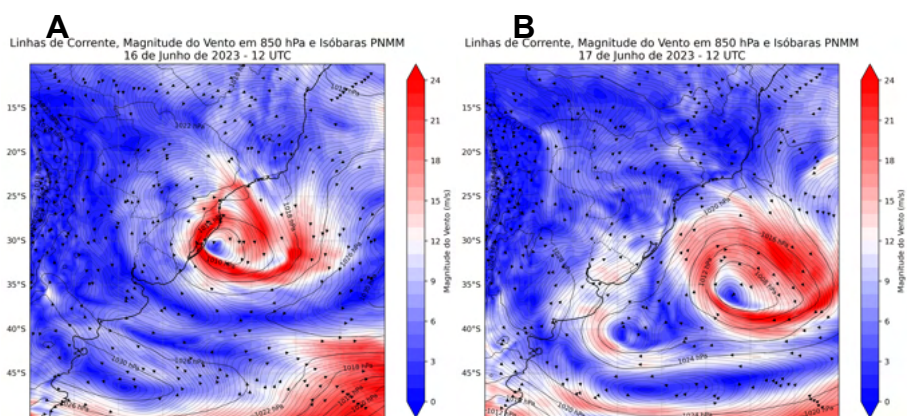


Figura 3 - Em (A) pressão ao nível médio do mar em contornos pretos, Linhas de corrente nas setas e Magnitude do vento em 850 hPa em sombreado para o dia 16 de jun de 2023 as 12 UTC e em (B) o mesmo para o dia 17 de jun de 2023 as 12 UTC.

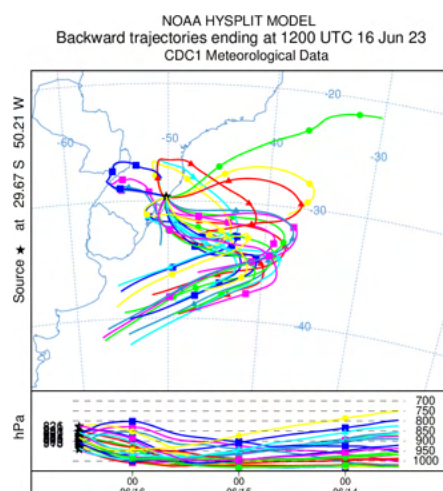


Figura 4 - Rastreamento de 72h pelo modelo Hysplit para o dia 16 de jun de 2023 as 12 UTC.

Quando observado o escoamento de altos níveis, a corrente de jato a nordeste do sistema em superfície indica a fase oclusa do ciclone e uma ampla difluência sobre a região nordeste do RS sendo reflexo da ampla convergência e convecção em superfície (Figura 5).

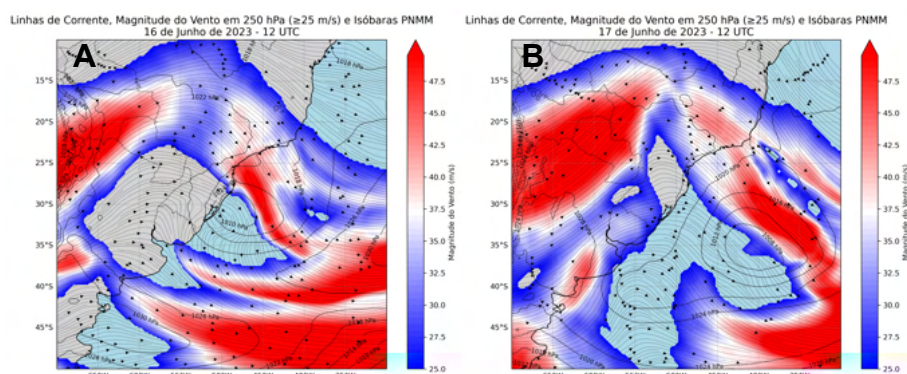


Figura 5 - Em (A) pressão ao nível médio do mar em contornos pretos, Linhas de corrente nas setas e Magnitude do vento em 250 hPa em sombreado para o dia 16 de jun de 2023 as 12 UTC e em (B) o mesmo para o dia 17 de jun de 2023 as 12 UTC.



O presente evento meteorológico provocou enxurradas severas no nordeste do estado do RS, com acumulados pluviométricos expressivos em curto espaço de tempo (Figura 6), o que segundo levantamento da defesa civil do estado provocou 17 vítimas, distribuída em diferentes municípios, sendo 3 em Maquiné e 5 em Caraá.

Precipitação Acumulada Total (14 a 17 de Junho de 2023) e PNMM às 12 UTC do dia 16

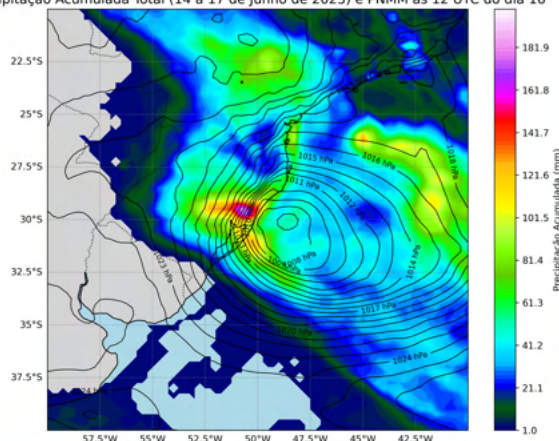


Figura 6 - Precipitação acumulada total do evento em sombreado e pressão ao nível médio do mar para o dia 16 de jun de 2023 as 12 UTC.

#### 4. CONCLUSÕES

O ciclone se mostrou ser um sistema bastante baroclínico que se aprofundou no nordeste do RS, onde um amplificado cavado na média troposfera sobre o continente, posteriormente evoluiu para uma circulação ciclônica, favorecendo grande vorticidade ciclônica na região, mostrando ser além de bastante baroclínico, um sistema profundo, advectando grande porção de umidade do OASW para o continente.

Essa situação ainda pode ter sido agravada pela característica topográfica da região, contribuindo para a formação de chuva por levantamento topográfico.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O 1ª autor agradece à CAPES pela bolsa de mestrado. A 2ª autora agradece ao FNDE pela bolsa PET. O 3ª autor agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HERSBACH, H. et al. **The ERA5 global reanalysis**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2020.

REBOITA, M.S.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T.; SUGUHARA, S. South Atlantic Ocean cyclogenesis climatology simulated by regional climate model (RegCM3). Climate Dynamics, v.35, p.1331-1347, 2010.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; CUSTÓDIO, I. S. **Ciclones em Superfície nas Latitudes Austrais: Parte I - Revisão Bibliográfica**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, n. 2, p. 171-186, 2017a.