

# CPAM 2024

SÃO PAULO-SP - 19 A 23 DE AGOSTO  
CONFERÊNCIA PAN-AMERICANA DE METEOROLOGIA

## Análise da variabilidade sazonal dos Rios Atmosféricos sobre as Bacias Hidrográficas do Brasil

Carlos Diego de Sousa Gurjão<sup>1</sup>, Flávio Barbosa Justino<sup>2</sup>, Deniz N Bozkurt<sup>3</sup>

1- Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário

1- carlosdiegogurjao@gmail.com

2- Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário

2- fjustino@ufv.br

3- Departamento de Meteorologia, Universidade de Valparaíso, Valparaíso, Chile

3- deniz.bozkurt@uv.cl



São Paulo-SP  
**CPAM 2024**  
Conferência Pan-Americana de Meteorologia  
Simpósio em Clima, Água, Energia e Alimentos  
19 a 23 de agosto

## INTRODUÇÃO

Os Rios Atmosféricos (RAs) ocorrem na baixa troposfera, mas quando encontram “obstáculos” como cadeias de montanhas e instabilidade local, são forçados a ascender, vindo a produzir grande quantidades de precipitação, provocando inundações e outros eventos extremos (Bozkurt et al., 2021). Sobre a América do Sul os RAs podem se acoplar a sistemas atmosféricos das mais variadas escalas e desencadear eventos extremos como enchentes e inundações devido ao aumento do volume das bacias hidrográficas. Neste estudo, usamos um banco de dados de detecção de RAs de última geração para investigar a variabilidade sazonal da frequência desse sistema para um período de 43 anos, nas áreas das bacias hidrográficas do Brasil.

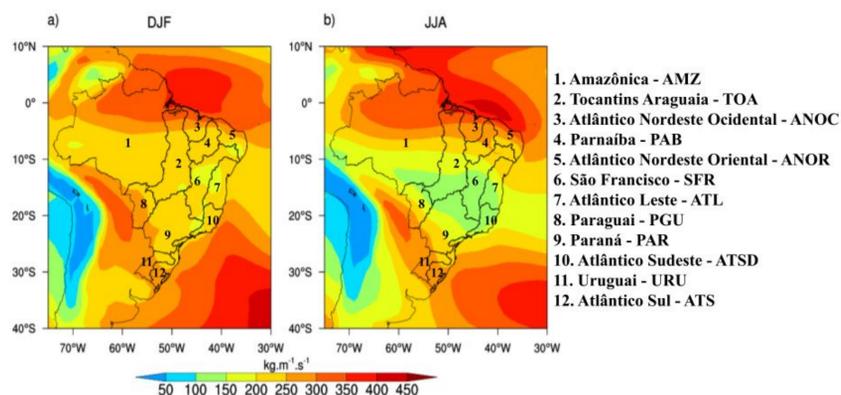
## DADOS E METODOLOGIA

O dado de RAs é baseado no transporte integrado de vapor de água (IVT;  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) derivado de reanálise ERA5 (Hersbach et al., 2020), a cada seis horas de campos específicos de umidade e ventos em 17 níveis de pressão entre 1000 e 300 hPa, calculados usando a Eq. (1), em que  $g$  é a aceleração da gravidade ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ),  $q$  é a umidade específica ( $\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ),  $u$  e  $v$  são ventos zonais e meridionais ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), respectivamente, e  $dp$  é a diferença de pressão entre níveis de pressão adjacentes. A detecção de RAs foi feita através do algoritmo desenvolvido por Guan e Waliser (2019). Contudo, usamos dados médios diários de velocidade zonal ( $U$ ), velocidade meridional ( $V$ ) e umidade específica ( $Q$ ) de 1000 hPa a 300 hPa para calcular o transporte de vapor de água integrado (Integrated water vapor transport - IVT) para 43 anos (1979-2022) com resolução horizontal de 31 km e 37 níveis verticais.

$$IVT = \sqrt{(IVT_x)^2 + (IVT_y)^2} \quad (1)$$

## RESULTADOS

As variações sazonais do aumento (enfraquecimento) de IVT são observadas entre os paralelos de 40°S-20°S em razão de fenômenos atuantes como ciclones, frentes e sistemas locais durante as estações do verão (inverno) (Figura 1 a-b). O núcleo do transporte de calor latente se concentra nas bacias PGU, PAR e URU. Há também forte intensidade do IVT sobre a faixa equatorial que está associada aos ventos alísios, bem como do alto teor de umidade devido combinação de evapotranspiração do oceano e floresta.

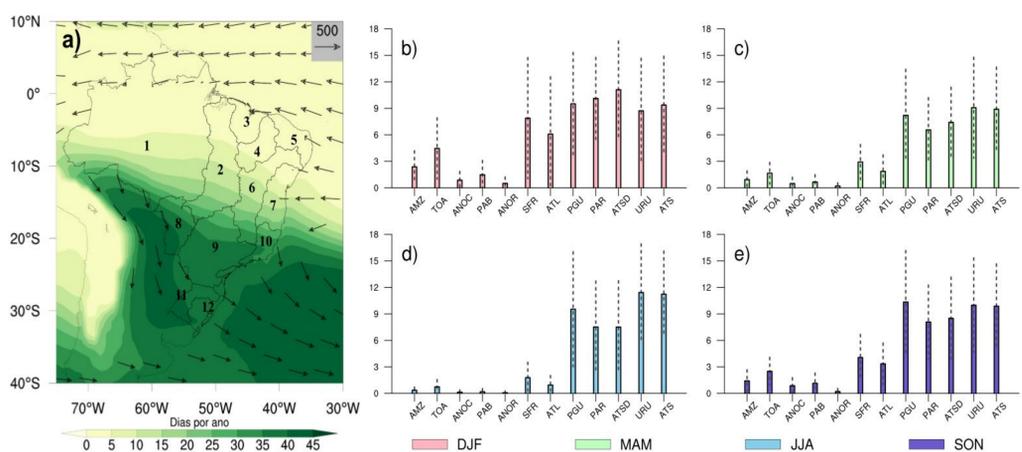


**Figura 1.** (a-b) representam o percentil 85 da magnitude do IVT ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) em cada célula da grade para as estações de verão (DJF) e inverno (JJA), respeitando o período de 1979 - 2022. Células de grade com magnitude IVT acima do maior percentil 85 e 100  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  são retidas para detecção de AR. Os números dentro do mapa representam as Bacias hidrográficas do Brasil segundo a ANA.

A Figura 2a mostra o número de dias por ano com condições de RAs (por exemplo, a cada etapa de 6 horas equivale a 1/4 de dias). Sobre a AMS, os RAs ocorrem com mais frequência entre os paralelos de 40°S - 10°S, sendo com frequência de máxima intensidade sobre as bacias PGU, PAR, ATSD, URU e ATS (> 40 dias).

A média de dias por ano composta pelas componentes meridional e zonal do IVT, exibe um fluxo dominante de orientação noroeste/sudeste que se estende desde o sul da Amazônia para as bacias do sul do Brasil.

O ciclo médio sazonal de frequência de RAs para cada bacia hidrológica tende a ser consistente, embora apresente contraste pouco discrepante entre verão e inverno (Figura 2b-d). No entanto, as frequências de RAs das bacias que estão localizadas próximas das latitudes médias podem exceder 60% de ocorrência de dias de RAs quando comparadas as bacias AMZ, TOA, ANOC, PAB e ANOR.



**Figura 2.** a) Média do número de dias por ano com condições de RAs e média RAs-IVT ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ; setas) em cada célula da grade. (b-c-d-e) Distribuição do ciclo sazonal médio de dias de RAs para cada bacia hidrográfica.

## CONCLUSÃO

- Neste estudo, identificamos e analisamos a ocorrência de rios atmosféricos que se estendem a leste da Cordilheira dos Andes e que causam impactos sobre as bacias hidrológicas da América do Sul.
- Os RAs ocorrem com mais frequência sobre as bacias hidrológicas do Sul do Brasil (PGU, PAR, ATSD, URU e ATS), isto é, > 40 dias, enquanto que nas bacias que estão localizadas na porção norte das regiões Norte/Nordeste do Brasil tendem a ter menor número de condições de RAs.
- As variações sazonais no aumento e enfraquecimento do IVT entre os paralelos 40°S-20°S são influenciadas por sistemas sinótica e local, durante as estações seca e úmida, com destaque para a concentração máxima do transporte de calor latente nas bacias PGU, PAR e URU.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bozkurt, D., Sen, O. L., Ezber, Y., Guan, B., Viale, M., & Caglar, F. (2021). Influence of African atmospheric rivers on precipitation and snowmelt in the Near East's highlands. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(4), e2020JD033646.
- Guan, B., & Waliser, D. E. (2019). Tracking atmospheric rivers globally: Spatial distributions and temporal evolution of life cycle characteristics. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(23), 12523-12552. O banco de dados de rastreamento de RA está disponível em <https://ucla.app.box.com/v/arcatalog/>.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Dahlgren, P., Horányi, A., Muñoz-Sebater, J., ... & Soci, C. (2020). The ERA5 Global Reanalysis: achieving a detailed record of the climate and weather for the past 70 years. *European geophysical union general assembly*, 3-8.

## AGRADECIMENTOS



## DESTAQUE DO TRABALHO

Neste estudo, usou-se um banco de dados de detecção de Rios Atmosféricos de última geração para investigar a variabilidade sazonal da frequência desse sistema para um período de 43 anos, sobre as áreas das bacias hidrográficas do Brasil.