AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE MÁXIMA ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA NO RIO GRANDE DO SULUTILIZANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO - CHIRPS

Bruna Dias Silva [1]; Tomas Antonio Quezado Duval [2]; Carlos Henrique Ribeiro Lima [3]; Rejane Ennes Cicerelli [4] & Dirceu Silveira Reis Junior[5]

Palavras-Chave – Eventos Extremos, CHIRPS, produtos de precipitação.

INTRODUÇÃO

Estudos mostram que eventos extremos tem se tornando cada vez mais frequentes no Brasil, principalmente na região sul do país, com altos volumes de chuva em menos de 24 horas (Ferreira & Reboita, 2022; Reboita et al., 2024), afetando diretamente a produtividade agrícola, os recursos hídricos, a geração de energia e a infraestrutura urbana (Cecconello et al., 2025).

Com o intuito de minimizar os impactos relacionados as precipitações extremas, projetos de estruturas de controle de enchentes e infraestrutura hídrica urbana são fundamentados em análises estatísticas de chuvas extremas por meio de curvas Intensidade-Duração_Frequência (IDF). Essas curvas permitem quantificar a intensidade média de precipitação em diferentes escalas temporais e períodos de retorno, constituindo importante ferramenta para o planejamento hidrológico e a gestão de riscos (Hosseinzadehtalaei et al., 2020).

No entanto, obtenção de séries históricas consistentes e espacialmente representativas ainda constitui um desafio, devido à escassez de informações de dados em áreas remotas (baixa densidade de pluviômetros e pluviógrafos) e à descontinuidade dos registros observacionais. Com o intuito de reduzir a escassez de dados de precipitação em determinadas regiões, o uso do sensoriamento remoto vem se mostrando uma alternativa promissora por permitir um monitoramento extensivo da precipitação, haja vista que há sensores que possibilitam a aquisição de dados em alta resolução temporal, através de bases de dados oriundas de reanálises integradas, sensores de satélite e combinações com dados terrestres (Papa & Koutroulis, 2025).

O objetivo deste estudo é avaliar a capacidade de dados de sensoriamento remoto em representar a intensidade máxima anual de precipitação no estado do Rio Grande do Sul, em comparação aos dados observados.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi conduzido no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, localizado entre as latitudes 27°05′ S e 33°45′ S e as longitudes 49°42′ W e 57°40′ W. O clima regional é classificado como subtropical de acordo com a classificação de Köppen (Kottek et al., 2006). A precipitação apresenta distribuição

1) Instituto de Geociências – IG, Universidade de Brasília – UnB, brunadiassilvarv@outlook.com

2) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB, tqduval@gmail.com

3) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB, chrlima@unb.br

4) Instituto de Geociências – IG, Universidade de Brasília – UnB, rejaneig@unb.br

5) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília – UnB, dirceureis@unb.br

relativamente homogênea ao longo do ano, com totais pluviométricos variando entre 1250 e 1650 mm na porção sul do estado e entre 1450 e 1850 mm na região centro-norte (Reboita et al., 2024).

Aquisição dos Dados Observados

O conjunto de dados diários das estações pluviométricas foram adquiridas a partir do repositório do Almeida et al. (2025), que contém dados das redes do Hidroweb (1914-2022), INMET (1912-2024) e ICEA (1951-2024). O repositório contém estações com no máximo de 20% de falhas anuais, série histórica com no mínimo 30 anos, máxima diária menor que 500 mm/dia, chuva anual entre 200 mm e 5000 mm/ano, dias consecutivos sem chuva menor que 70 dias, dias sem chuva menor que 300 dias e dias ausentes menor que 60 dias.

Aquisição dos Dados Estimados

Nesse estudo, foram utilizadas imagens do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data* (CHIRPS v. 2.0). Os dados CHIRPS são quase globais (50°S – 50°N) e possuem resolução espacial de 0,05º × 0,05º, incorporando imagens de satélite e dados observados de superfície para a geração de séries temporais de precipitação em grade. As imagens foram obtidas e processadas no software RStudio versão 4.5.2, por meio do pacote "CHIRPS", para os anos de 2000 a 2023. Os valores de precipitação empregados na avaliação foram aqueles associados aos pixels condizentes com a localização de cada estação pluviométrica.

Extração das Intensidades Máximas Anuais

As durações de precipitação utilizadas na avaliação foram de 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 10 dias. Todas as durações observadas e estimadas, foram convertidas para horas. Para cada duração, foi realizada a agregação dos valores diários precipitados, calculadas as respectivas intensidades, e extraídos os valores máximos de cada ano, resultando numa série de máximos anuais de precipitação para cada duração $I_{d,y}$.

Indicadores de Desempenho

Para avaliar a qualidade do produto satélite, foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson (r), o erro médio absoluto (MAE), erro médio quadrático (RMSE) e o viés relativo representado em termos percentuais (PBIAS).

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a distribuição de frequência acumulada das estações pluviométricas no que concerne a correlação e o viés relativo. Pode-se observar que em toda a região o grau de correlação entre as estimativas de sensoriamento remoto e os máximos anuais observados foi inferior a 0,80, e em 50% das estações, a correlação ficou entre 0,50 e 0,80. Em quase 80% das estações, o viés relativo ficou entre ± 20%, e em 40% das estações entre ± 10%. Em 20% das estações, o uso do CHIRPS resultou em uma tendência de subestimar as intensidades máximas anuais, com diferenças em média ao longo do histórico acima de 20%.

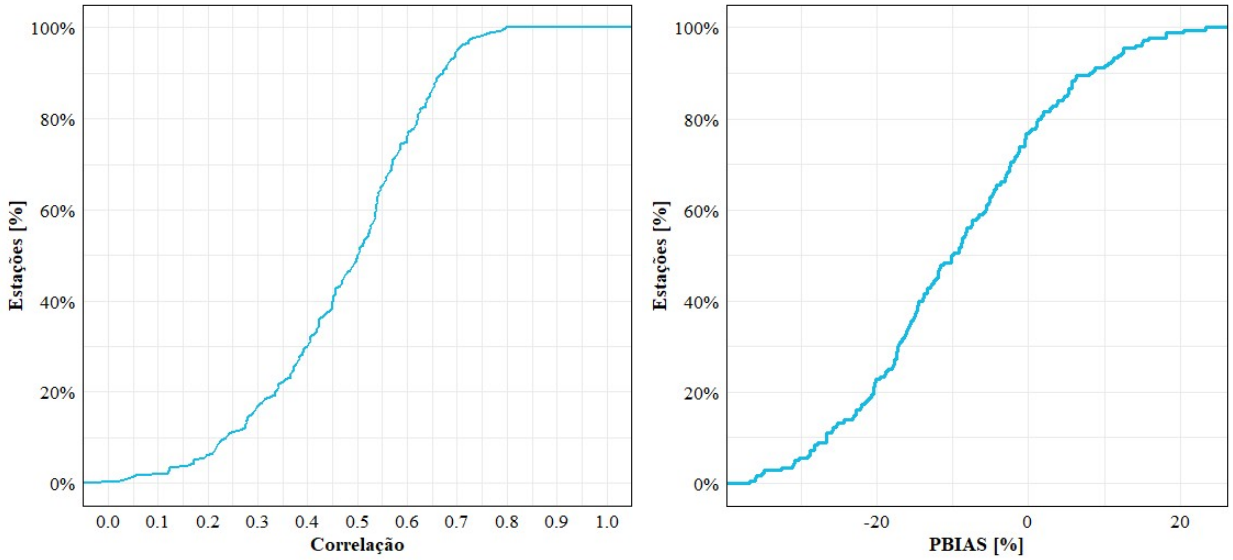


Figura 1. Correlação de Pearson (r) e porcentual do viés (PBIES).

A Figura 2, por sua vez, apresenta os resultados de MAE e RMSE, e mostra que aproximadamente metade das estações apresentam um RSME inferior a 1,0 mm h^{-1} e o MAE próximo a 0,7 mm h^{-1}. Essa diferença entre os índices ocorre devido a erros na estimativa de eventos de precipitação mais intensa. No entanto, como apenas 20% das estações apresentam erros mais elevados, reforça-se o comportamento moderado na maior parte da área de estudo.

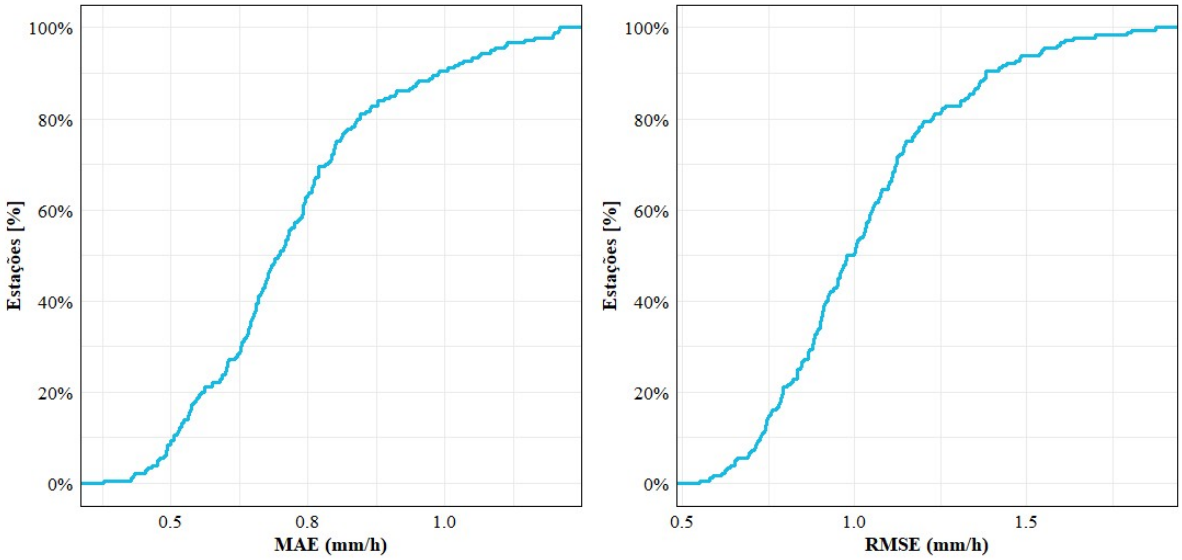


Figura 2. Erro médio absoluto (MAE) e Erro Médio Quadrático (RMSE).

Em estudo realizado por da Motta Paca et al. (2020) na bacia hidrográfica do Rio Amazonas, os autores notaram que, para anos com altos valores anuais de precipitação de 3.000 a 5.000 mm, o CHIRPS tende a subestimar os dados, e para anos com precipitações de 500 mm, havia boa consistência entre as fontes. Nesse sentido, é possível observar que com o aumento da intensidade tem-se maior dispersão dos erros e tendência à suavização espacial dos valores extremos. Embora a análise de Motta Paca et al. (2020) tenha sido baseada em totais anuais de precipitação, a subestimação observada em cenários de elevada precipitação pode igualmente comprometer a representação de eventos extremos máximos. Deve-se considerar que os pluviômetros são dados

pontuais, o que acaba diminuindo na acurácia dos satélites, devido a suavização de pixels realizadas pelos sensores (Beck et al., 2017).

CONCLUSÕES

O CHIRPS apresentou desempenho moderado com correlação mediana de 0,50; verificou-se uma dificuldade na detecção de picos de precipitação, suavizando chuvas intensas e de curta duração; sugere-se a aplicação da correção do viés.

REFERÊNCIAS

BECK, H. E., VERGOPOLAN, N., PAN, M., LEVIZZANI, V., VAN DIJK, A. I. J. M., WEEDON, G. P., BROCCA, L., PAPPENBERGER, F., HUFFMAN, G. J., & WOOD, E. F. (2017). Global-scale evaluation of 22 precipitation datasets using gauge observations and hydrological modeling. *Hydrology and Earth System Sciences*, *21*(12), 6201–6217. https://doi.org/10.5194/hess-21-6201-2017

CECCONELLO, L. C., ARRUDA, A. M. DE, NUNES, A. B., & SIQUEIRA, T. M. (2025). Spatiotemporal Patterns of 45-Day Precipitation in Rio Grande do Sul State, Brazil: Implications for Adaptation to Climate Variation. *Atmosphere*, *16*(8). https://doi.org/10.3390/atmos16080963

DA MOTTA PACA, V. H., ESPINOZA-DÁVALOS, G. E., MOREIRA, D. M., & COMAIR, G. (2020). Variability of trends in precipitation across the Amazon river basin determined from the CHIRPS precipitation product and from station records. *Water (Switzerland)*, *12*(5). https://doi.org/10.3390/W12051244

ALMEIDA, C. N., FRANCIS BERTRAND, G., CARVALHO LEMOS, F., DA SILVA FREITAS, E., LINS SILVA, A., VIDAL BARBOSA, J. L., MEIRA, M. A., RAMOS FILHO, G. M., BARBOSA ATHAYDE JUNIOR, G., D'CASTRO FILHO, F. J., AIRES DE SOUZA, S., FULLHART, A. T., TOMASELLA, J., MARTINS DO AMARAL CUNHA, A. P., ZERI, M., & COELHO, V. H. R. (2025). The design of the Brazilian Sub-Daily Rainfall dataset (BR-SDR): two decades of high-time-resolution data in Brazil. *Hydrological Sciences Journal*, *70*(11), 1850–1862. https://doi.org/10.1080/02626667.2025.2506193

FERREIRA, G. W. S., & REBOITA, M. S. (2022). A New Look into the South America Precipitation Regimes: Observation and Forecast. *Atmosphere*, *13*(6). https://doi.org/10.3390/atmos13060873

HOSSEINZADEHTALAEI, P., TABARI, H., & WILLEMS, P. (2020). Climate change impact on short-duration extreme precipitation and intensity–duration–frequency curves over Europe. *Journal of Hydrology*, *590*. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125249

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., & RUBEL, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, *15*(3), 259–263. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130

PAPA, K.-M., & KOUTROULIS, A. G. (2025). Evaluation of precipitation datasets over Greece. Insights from comparing multiple gridded products with observations. *Atmospheric Research*, *315*, 107888. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107888

REBOITA, M. S., MATTOS, E. V., CAPUCIN, B. C., SOUZA, D. O. DE, & FERREIRA, G. W. DE S. (2024). A Multi-Scale Analysis of the Extreme Precipitation in Southern Brazil in April/May 2024. *Atmosphere*, *15*(9). https://doi.org/10.3390/atmos15091123