

## **Avaliação do desempenho entre as estimativas de precipitação do TRMM, GPM, ERA5 e GLDAS com dados de estação de superfície**

Miqueias Lima Duarte<sup>1</sup>

Bruna Henrique Sacramento<sup>2</sup>

Amazonino Lemos de Castro<sup>3</sup>

Roberto Wagner Lourenço<sup>4</sup>

### **Ações antrópicas sobre o meio ambiente**

#### **Resumo**

Compreender a distribuição espacial e temporal da precipitação é de grande importância para o desenvolvimento de diversos estudos hidrológicos, meteorológicos e ambientais. O monitoramento desse parâmetro com uso de estações pluviométricas é considerado a forma mais precisa, tanto a cobertura, bem como a eficiência dos dados ainda requer cuidados. Por outro lado, os produtos provenientes de sensoriamento remoto contemplam uma escala global e com resoluções espaço-temporais úteis para aplicações climatológicas, em especial na produção de dados confiáveis. Nesse sentido, esta pesquisa realizou a comparação entre dados de precipitação mensal obtidos pelo TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), GPM (*Global Precipitation Measurement*), bem como produtos de reanálise ERA5/ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecasts - ECMWF*) e do GLDAS (*Global Land Data Assimilation System*), com dados observados em estação de superfície em uma área de média escala. Foi utilizado o diagrama de Taylor para análise, os que mostraram que os dados de GPM apresentaram os maiores valores de coeficiente de correlação (entre 0,84 a 0,96, com média de 0,89), seguido dos menores valores de RMSE, representando alta similaridade com dados medidos na estação de superfície, indicando que, ao menos em escala mensal, esse conjunto de dados tem potencial em complementar as observações terrestres na área de estudo.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; Precipitação; *Global Precipitation Measurement*.

<sup>1</sup>Aluno de Doutorado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, [miqueiaseng@hotmail.com](mailto:miqueiaseng@hotmail.com)

<sup>2</sup>Aluna de Doutorado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, [brunahsacramento@gmail.com](mailto:brunahsacramento@gmail.com)

<sup>3</sup>Aluno de Doutorado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, [alcastro@ufam.edu.br](mailto:alcastro@ufam.edu.br)

<sup>4</sup>Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, [roberto.lourenco@unesp.br](mailto:roberto.lourenco@unesp.br)



## INTRODUÇÃO

Compreender as características temporais e espaciais da precipitação de forma precisa é de grande importância, pois essa variável desempenha um papel essencial no gerenciamento dos recursos hídricos. Seu monitoramento é realizado de forma tradicional através de estações pluviométricas, sendo esta considerada a forma mais precisa, porém, a distribuição espacial de estações ainda é deficiente, além disso, a incompletude de dados é outro problema que inviabiliza sua utilização em determinados estudos (Varouchakis et al., 2021). Nas últimas décadas, a disponibilidade de dados de precipitação obtidos por sensoriamento remoto proporcionou o conhecimento da distribuição espacial desse fenômeno em escala global e com resoluções espaço-temporais úteis para aplicações climatológicas (Moazami & Najafi, 2021).

Nesse sentido, este estudo realizou a comparação entre a precipitação mensal estimada pelos produtos do GLDAS, ERA5, TRMM e GPM com observações terrestres em uma bacia hidrográfica localizado no município de Ibiúna, no estado de São Paulo.

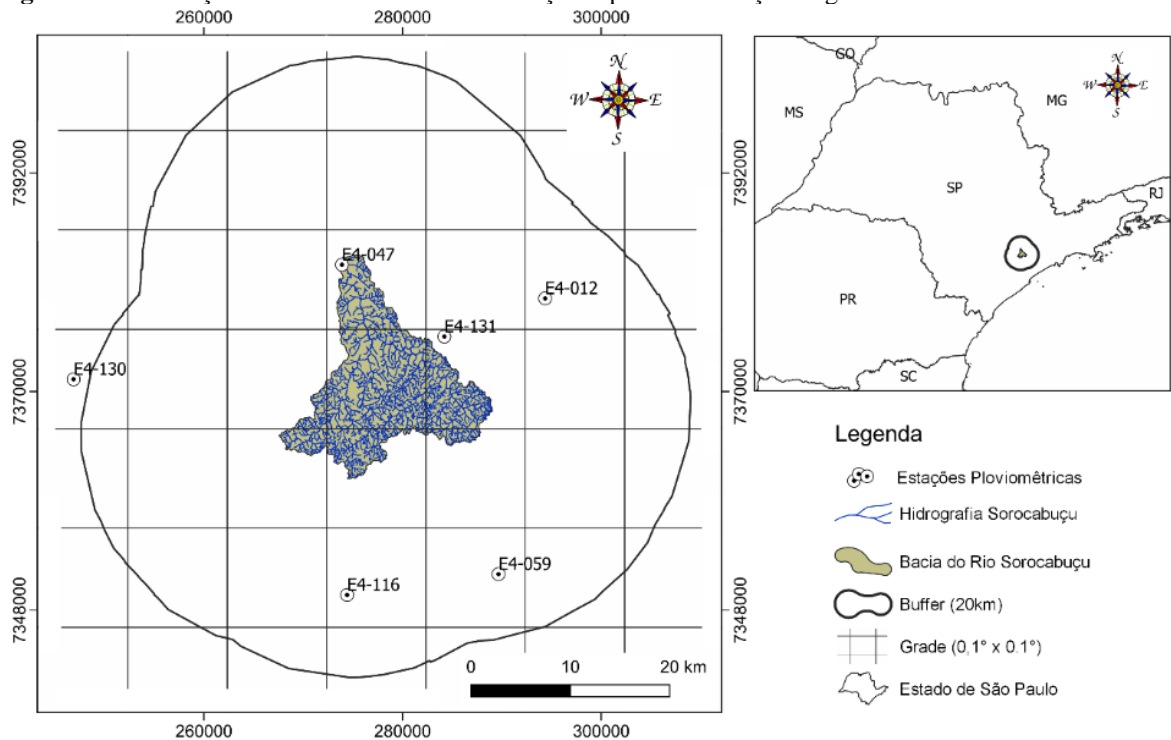
## METODOLOGIA

Nesse estudo foram utilizados dados de precipitação mensal ( $\text{mm.mês}^{-1}$ ) obtidos pelos produtos do *Tropical Rainfall Measuring Mission* - TRMM (Greenbelt, 2011), e do *Global Precipitation Measurement* - GPM (Huffman, 2019), bem como produtos de reanálise atmosférica de quinta geração do ERA5/ECMWF (Copernicus, 2017) e do *Global Land Data Assimilation System* - GLDAS (Rodell, 2004) para o ano de 2019. Os dados foram obtidos com resolução espacial original de cada produto via plataforma Google Earth Engine, sendo a resolução espacial de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  para o GPM e GLDAS;  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  para o TRMM e ERA5.

O polígono utilizado para aquisição de dados compreende a um retângulo envolvente abrangendo uma área gerada com buffer de 20 km sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu, localizado no município de Ibiúna, Estado de São Paulo. Sobre a abrangência do buffer, foram obtidos registros mensais de precipitação de 6 (seis) estações

pluviométricas de superfície para o mesmo período de análise junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica-DAAE (DAAE, 2021). A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo, bem como a localização das estações pluviométricas utilizadas, e uma grade com resolução espacial de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ .

**Figura 1:** Localização da área de estudo e distribuição espacial de estações e grade de dados.



Os dados em formato *raster* foram processados no software RStudio sendo avaliado a relação entre os valores estimados pelos produtos e os observados nas estações pluviométricas por meio do coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ), desvio padrão e Raiz quadrada do erro-médio (RMSE), e por fim foi elaborado diagramas de Taylor para representação gráfica dos resultados obtidos utilizando o *plotrix* (Lemon, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

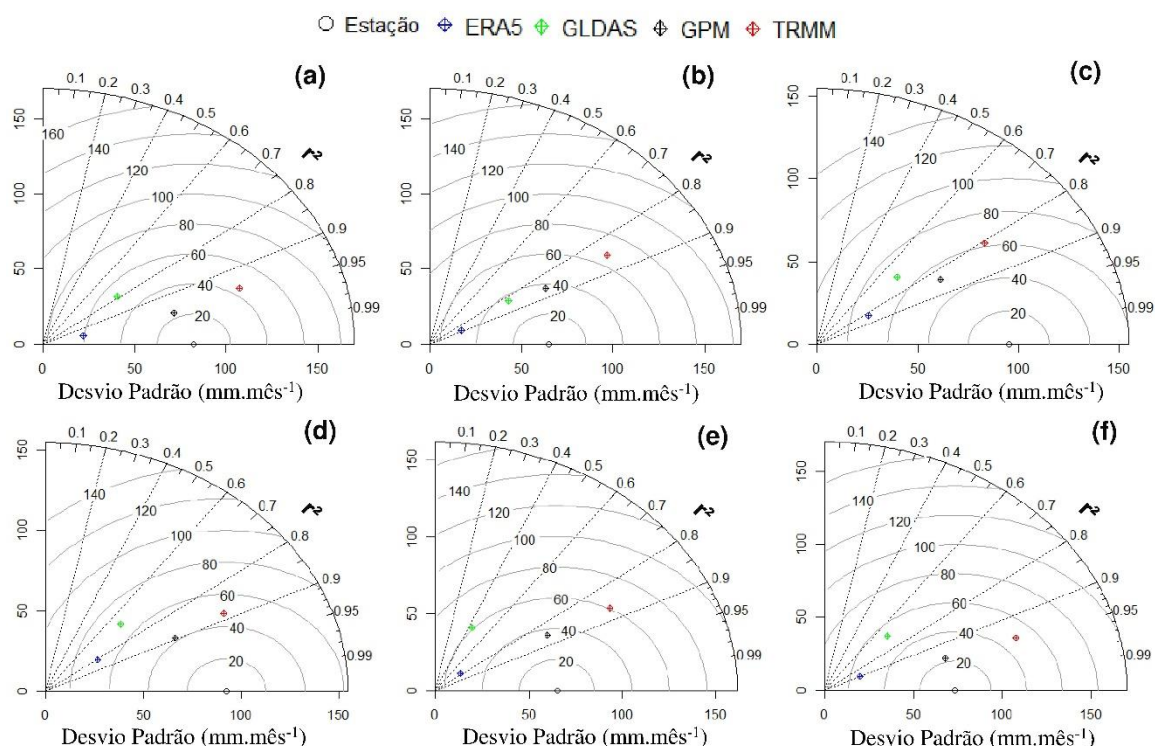
A Figura 2 apresenta o diagrama de Taylor representando a relação entre a precipitação ( $\text{mm.mês}^{-1}$ ) observada na estação pluviométrica com os modelos avaliados. O diagrama resume a relação entre o desvio padrão da série, o coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ) e o RMSE calculado considerando os dados das estações de superfície e os diferentes modelos, sendo o desvio padrão representado pelos eixos x e y, o  $r^2$  representado



pelo ângulo (azimute), e o RMSE representado pelos contornos.

O diagrama mostra o desempenho de conjuntos de dados com base na similaridade de correlação e variabilidade, onde o modelo que mais se aproxima do valor observado (estação pluviométrica) possui melhor desempenho. Nesse caso, os resultados indicam que dos dados provenientes do GPM apresentaram melhor desempenho sobre os demais, pois a análise do diagrama de Taylor mostra que esse sensor possui os melhores valores de coeficiente de correlação ( $r^2$ ) nas estações E4-012 (a), E4-059 (c), E4-116 (d); E4-130 (e) e E4-131 (f), com  $r^2$  variando entre 0,84 a 0,96 (média de 0,89) respectivamente, enquanto para a estação E4-047 (b) os valores de  $r^2$  observados para o ERA5 possuem leve vantagem sobre os observados pelo GPM, porém apresenta RMSE superior.

**Figura 2:** Diagramas de Taylor ilustrando as comparações entre as médias mensais observadas nas estações de superfície e produtos derivados de sensoriamento remoto.



Os demais modelos apresentaram valores de coeficiente de correlação ( $r^2$ ) inferiores aos observados pelo GPM, sendo que para o TRMM os valores variaram entre 0,80 a 0,95 (média de 0,88), para o ERA5 variaram entre 0,77 a 0,97 (média de 0,86), e para o GLDAS variaram entre 0,43 a 0,83 (média de 0,68). Os melhores valores observados pelo GPM podem estar relacionados a incorporação de dados de superfície para ajuste do modelo,

conforme descrito por Tang et al. (2016).

## CONCLUSÕES

Este estudo realizou uma comparação entre precipitação ( $\text{mm.mês}^{-1}$ ) estimada pelo satélite do GPM, TRMM, e produtos ERA5 e GLDAS. Os resultados mostraram que os dados do GPM apresentaram os maiores valores de coeficiente de correlação e os menores valores de RMSE, representando alta similaridade com dados medidos na estação de superfície, indicando que, ao menos em escala mensal, esse conjunto de dados tem potencial em complementar as observações terrestres na área de estudo.

## REFERÊNCIAS

Copernicus - Copernicus Climate Change Service (C3S): ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), 2017. 02 abr. 2021, <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>

DAAE – Departamento de Água e Energia Elétrica – Banco de Dados Pluviométricos, 2021. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>, Acessado em: 27 mar. 2021.

Greenbelt, M. D. Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). TRMM (TMPA) Rainfall Estimate L3 3 hour 0.25 degree x 0.25 degree V7, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), 2011. Accessed: 03 abr. 2021, <https://doi.org/10.5067/TRMM/TMPA/3H/7>

Huffman, G. J.; Stocker, E. F.; Bolvin, D. T.; Nelkin, E. J.; Tan, J. GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), 2019. Accessed: 02 abr. 2021, <https://doi.org/10.5067/GPM/IMERG/3B-MONTH/06>

Lemon, J. Plotrix: a package in the red light district of R. **R-News**, v. 6, n. 4, p. 8-12. 2006.

Moazami, S.; Najafi, M. R. A comprehensive evaluation of GPM-IMERG V06 and MRMS with hourly ground-based precipitation observations across Canada. **Journal of Hydrology**, v. 594, 125929, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125929>

Rodell, M., P.R. Houser, U. Jambor, J. Gottschalck, K. Mitchell, C.-J. Meng, K. Arsenault, B. Cosgrove, J. Radakovich, M. Bosilovich, J.K. Entin, J.P. Walker, D. Lohmann, and D. Toll, The Global Land Data Assimilation System. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 85, n. 3, p. 381-394, 2004. <https://doi.org/10.1175/BAMS-85-3-381>

Tang, G.; Zeng, Z.; Long, D.; Guo, X.; Yong, B.; Zhang, W.; Hong, Y. Statistical and Hydrological Comparisons between TRMM and GPM Level-3 Products over a Midlatitude Basin: Is Day-1 IMERG a Good Successor for TMPA 3B42V7? **Journal of Hydrometeorology**. v. 1, n. 1. p.121-137. 2016. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0059.1>

Varouchakis, E. A.; Hristopulos D. T.; Karatzas, G. P.; Perez, G. A. C.; Diaz, V. Spatiotemporal geostatistical analysis of precipitation combining ground and satellite observations. **Hydrology Research**, 2021. <https://doi.org/10.2166/nh.2021.160>