

USO DO PRODUTO CHIRPS PARA A ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO NO NORTE DE MINAS GERAIS

Lorena Mendes Penha Barros¹, João Paulo Pereira Santos¹, Marcelo Rossi Vicente², Ronaldo Medeiros dos Santos³, Antonio Carlos Pinheiro Cani³

RESUMO: Este estudo avaliou a eficácia do produto CHIRPS na estimativa da precipitação na região Norte do Estado de Minas Gerais durante os anos de 2016, 2017 e 2019. Os resultados revelaram que o CHIRPS demonstrou boa capacidade de estimativa, com coeficientes de determinação (R^2) variando de 0,85 a 0,93 para os meses estudados e alcançando 0,96 para a precipitação total. Embora tenha havido uma tendência para a superestimativa da precipitação em alguns meses, as métricas analíticas, como BIAS, RMSE e erro médio, indicaram valores aceitáveis, destacando a confiabilidade do CHIRPS na região. As regressões lineares mostraram uma subestimativa ligeira em alguns meses (4,6% em janeiro, 16,2% em fevereiro, 11,9% em março, 1,3% em novembro) e uma superestimativa de cerca de 3,6% no total precipitado. As conclusões destacaram a importância do CHIRPS em regiões com escassez de estações meteorológicas, contribuindo para o entendimento do ciclo hidrológico local e fornecendo subsídios valiosos para a gestão da água, agricultura e previsão de eventos climáticos extremos em áreas semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto; satélite, estação meteorológica.

USE OF THE CHIRPS PRODUCT FOR MONITORING RAINFALL IN NORTH OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: This study evaluated the effectiveness of the CHIRPS product in estimating precipitation in the Northern region of the State of Minas Gerais during the years 2016, 2017, and 2019. The results revealed that CHIRPS demonstrated a good estimation capacity, with coefficients of determination (R^2) ranging from 0.85 to 0.93 for the studied months and reaching

¹ Engenheira(o) Florestal, IFNMG – campus Salinas, Salinas, MG

² Prof. Doutor, IFNMG – campus Salinas, CEP 39560-000, Salinas, MG. Fone: (38) 3841-7000. e-mail: marcelo.vicente@ifnmg.edu.br

³ Prof. Doutor, IFNMG – campus Salinas, Salinas, MG

0.96 for total precipitation. Although there was a tendency for overestimating precipitation in some months, analytical metrics such as BIAS, RMSE, and mean error indicated acceptable values, highlighting the reliability of CHIRPS in the region. Linear regressions showed a slight underestimation in some months (4.6% in January, 16.2% in February, 11.9% in March, 1.3% in November) and an overestimation of about 3.6% in total precipitation. Conclusions emphasized the importance of CHIRPS in regions with a scarcity of meteorological stations, contributing to understanding the local hydrological cycle and providing valuable support for water management, agriculture, and extreme weather event forecasting in similar areas.

KEYWORDS: Remote sensing; satellite, weather station.

INTRODUÇÃO

A análise da precipitação é essencial para compreender o ciclo hidrológico, facilita a gestão da água na agricultura irrigada e na geração de energia, além de essencial nos estudos de situações extremas (secas e cheias), ou seja, é importante para questões sociais e climatológicas (Blacutt et al., 2015).

No entanto, obter dados meteorológicos de boa qualidade é um desafio, já que poucos países podem arcar com uma densa rede de estações meteorológicas, assim geralmente o número de estações meteorológicas em uma determinada área não é o ideal, além de apresentar um período histórico curto e de má qualidade (Monteiro et al., 2015). Limitações na distribuição espacial da rede global de estações meteorológicas reduzem a compreensão do clima das mudanças nos padrões de precipitação notados (Silva Junior et al., 2018).

Uma alternativa, para a mensuração ou monitoramento da chuva, é a utilização de métodos de sensoriamento remoto para estimar valores de precipitação a partir de sensores orbitais e modelos atmosféricos (Santos et al., 2022; Costa et al., 2019). As técnicas de sensoriamento remoto são vantajosas porque permitem o monitoramento em escala de área da distribuição de energia e distribuição de precipitação com baixo custo operacional e grandes volumes de coleta de dados (Soares et al., 2016).

O produto *Climate Hazards group Infrared Precipitation with Stations* (CHIRPS) é um conjunto de dados de precipitação desenvolvido pelo *Climate Hazards Group* (CHG) que cobre uma região de 50 ° S a 50 ° N (e todas as longitudes, provendo dados para dias desde 1981 até o presente (Funk et al., 2015). Os produtos CHIRPS são de alta resolução e baseados em médias de precipitação de satélites, mensurações topográficas padrão postas na maioria dos climas

atuais (altitude, latitude e longitude) e conjuntos de dados observados de estações meteorológicas.

O produto CHIRPS têm uma resolução espacial de 0,05° e tem permitido a obtenção de dados para quase todo o globo (Joyce et al., 2004; Funk et al., 2015; Costa et al., 2019). Sua validação mostra que tem bom desempenho no monitoramento de secas em regiões como sul da China e Etiópia (Lai et al., 2019; Funk et al., 2015), além de estudos que avaliam dados do produto CHIRPS com redes densas de pluviômetros (Melo et al., 2015; Paredes-Trejo et al., 2017; Zambrano et al., 2017).

Portanto, o objetivo do trabalho foi comparar a precipitação pluviométrica estimada pelo Produto CHIRPS com dados observados na região Norte do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS: MODELO DE FIGURA.

A região de interesse do estudo foi o Norte do estado de Minas Gerais (Figura 1). O clima predominante da região é o Aw (tropical com período seco no inverno), porém uma parcela das microrregiões de Salinas e Janaúba apresentam o clima predominante BWh (árido quente) com uma pequena faixa BSh (semiárido quente) (Martins et al., 2018).

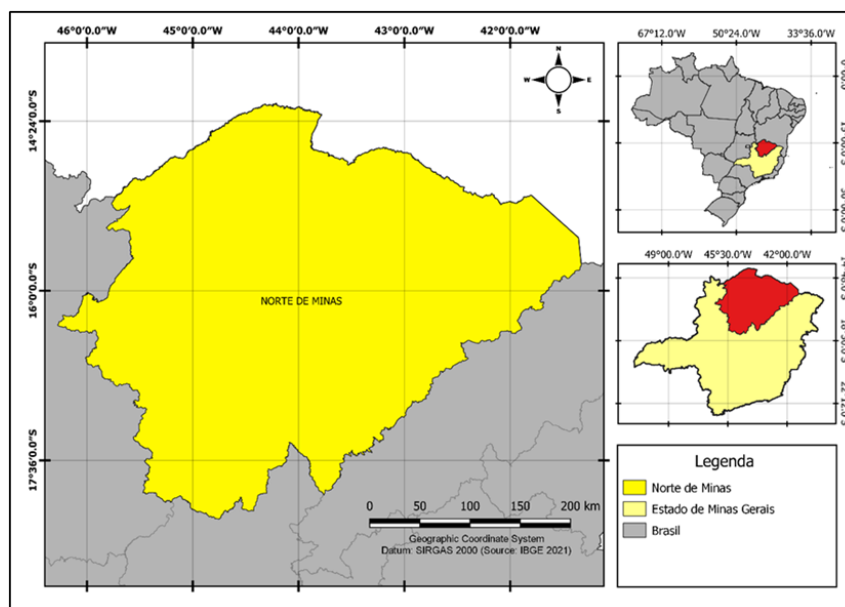


Figura 1. Mapa de Localização da Região Norte de Minas Gerais. Fonte: os autores.

Utilizou-se como fonte de dados observados uma rede de estações meteorológicas automáticas do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/>) e de pluviômetros da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>), conforme a distribuição

espacial apresentada na Figura 2. Foram utilizadas 63 estações, sendo 5 estações do INMET e 58 da ANA, sendo o período de análise os anos de. Ressalta-se que outras estações (INMET e ANA) foram excluídas da análise em virtude de apresentarem dados faltantes no período analisado, durante a fase de pré-processamento dos dados.

Os meses analisados foram: janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, dos anos de 2016, 2017 e 2019, além do total precipitado.

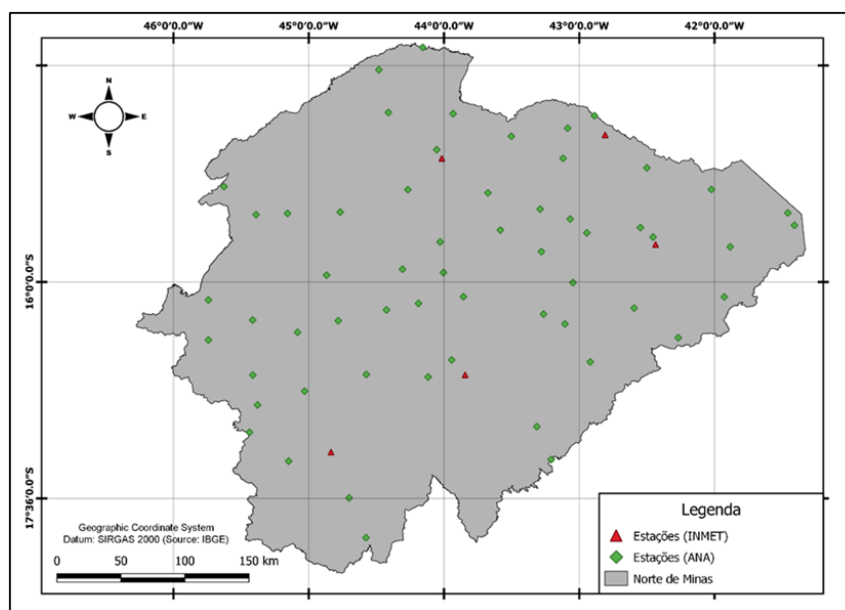


Figura 2. Mapa de Localização das Estações ANA e INMET. Fonte: os autores.

Para a obtenção dos dados de precipitação estimados pelo *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS) (Funk et al., 2015), utilizou-se um script no *Google Earth Engine* (GEE), em que, a partir das séries temporais diárias de chuva obtidas na coleção *ee.ImageCollection* ("UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY"), com grade de resolução de 0,05°, originaram-se as séries temporais para os períodos avaliados (meses ou total). Obteve-se um único arquivo raster (TIF) para cada período avaliado.

Os meses analisados foram: janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, dos anos de 2016, 2017 e 2019, além do Total precipitado.

De posse deste arquivo proveniente do GEE, utilizou-se o software Qgis 3,16 para a análise comparativa dos dados estimados pelo CHIRPS (dados raster) e os dados observados nas estações (dados vetoriais), utilizando o *plug-in Point Sampling Tool*, onde se gerou um arquivo csv (Valores Separados por Vírgula) com os valores observados e estimados.

As métricas utilizadas para a análise das precipitações estimadas pelo produto CHIRPS com os dados observados foram o do coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de

correlação de Pearson (r), coeficiente do erro médio quadrático (EMQ), do erro sistemático (BIAS) e do erro absoluto, para a escala mensal e para os totais anuais.

O coeficiente determinação (R^2) é utilizado para avaliar a associação entre dois fatores, através da proporção da variabilidade em uma variável. Já o Coeficiente de correlação de Pearson (r) ($r = \sqrt{R^2}$) foram classificados segundo a metodologia de Hopkins (2009) (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson (r) e a sua respectiva classificação.

Coeficiente de correlação de Pearson (r)	Classificação
0,0 – 0,1	Muito alta
0,1 – 0,3	Baixa
0,3 – 0,5	Moderada
0,5 – 0,7	Alta
0,7 – 0,9	Muito alta
0,9 – 1,0	Quase perfeita

Fonte: Adaptado de Hopkins (2009).

O BIAS representa a média dos erros individualizados (Equação 1), e é geralmente utilizado para saber se há subestimativa ou superestimativa média dos valores estimados (Costa et al., 2019). Os erros com sinais opostos contribuem para que o valor médio se anule, portanto, se BIAS é igual a zero, pode-se afirmar que não há tendência no conjunto de dados estimados.

$$BIAS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (s - o) \quad (1)$$

Em que,

s - Valores dos dados do CHIRPS;

o - Os dados observados nas estações meteorológicas

n - O tamanho da série temporal considerada.

Utilizou-se o erro quadrático médio (RMSE) (Equação 2) com o objetivo de avaliar a intensidade média dos erros entre os dados estimados pelo CHIRPS e observados nas estações meteorológicas.

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (s - o)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

O erro absoluto médio (E) (Equação 3) representa a soma cumulativa dos erros e apresenta uma estimativa robusta para indicar a habilidade dos dados estimados em reproduzir os valores observados (Costa et al., 2019).

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |s - o| \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 observa-se os resultados obtidos das métricas quando se comparou os valores estimados pelo CHIRPS com os valores observados pelas estações/pluviômetros. Nesta tabela estão apresentadas as médias, dos três anos estudados, para os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, além da média dos totais precipitados.

Tabela 2. Resumo das métricas estatísticas para a avaliação do CHIRPS, nos períodos avaliados, em comparação com os dados observados das estações (ANA/INMET).

Período	Precipitação (mm)		Parâmetro				
	CHIRPS	ANA/INMET	RMSE (mm)	BIA (mm)	Erro Médio (mm)	R ²	r
JAN.	194,4	191,9	71	2,5	49,2	0,93	0,96
FEV.	83	85,9	41	-2,9	30,3	0,85	0,92
MAR.	93,4	94,9	39,2	-1,5	30,2	0,87	0,93
NOV.	143,2	130,5	52,4	12,6	42,8	0,88	0,94
DEZ.	158,3	144,5	47,2	13,8	38,5	0,92	0,96
TOTAL	751,4	699,5	149,2	51,9	112,8	0,96	0,98

O total médio precipitado nas estações/pluviômetros foi de 699,5 mm, já os dados estimados pelo CHIRPS encontraram uma precipitação total média de 751,4 mm.

O coeficiente determinação (R²) variou de 0,85 a 0,93 para os meses estudados, sendo o valor de 0,96 para a precipitação total. Esses valores demonstram a boa associação entre os valores estimados e observados.

Através do BIAS pode-se observar se ocorreu subestimativa ou superestimativa média dos valores estimados. Para o total e para os meses de janeiro, novembro e dezembro, houve uma tendência para a superestimativa da precipitação pelo CHIRPS. De janeiro a março, o BIAS se aproximou de zero, indicando que houve pouca tendência no conjunto de dados estimados.

Utilizou-se o erro quadrático médio (RMSE) com o objetivo de avaliar a intensidade média dos erros entre os dados estimados pelo CHIRPS e observados nas estações

meteorológicas/pluviômetros. O RMSE variou de 39,2 a 71 mm para os meses estudados, sendo o valor de 149,2 mm para a precipitação total.

O erro absoluto médio variou de 30,2 a 49,2 mm para os meses estudados, sendo o valor de 112,48 mm para a precipitação total.

Todos os períodos avaliados obtiveram coeficientes de correlação de Pearson (r) classificados como “Quase Perfeito” segundo Hopkins (2009), demonstrando assim a boa qualidade do produto CHIRPS na estimativa da precipitação para a região Norte de Minas. Paredes-Trejo et al. (2017) encontraram resultados satisfatórios em relação à validação do Produto CHIRPS ($r = 0,94$) em relação aos dados observados para a região Nordeste do Brasil. Valores semelhantes de r também foram encontrados por Barbosa et al. (2020),

Santos et al. (2022), Barbosa et al. (2020) e Costa et al. (2019) também encontram um bom desempenho do CHIRPS em termos de R^2 , r e BIAS, indicando uma associação positiva entre os dados estimados e observados.

Na Figura 3 observam-se os mapas de precipitação total para os anos de 2016, 2017 e 2019 obtidos pelo produto CHIRPS. Nota-se, nos três anos analisados, que o extremo norte apresentou as menores precipitações totais, principalmente nas microrregiões de Janaúba e Salinas. A microrregião de Januária, principalmente na divisa com o Noroeste de Minas, apresenta maiores precipitações, quando comparado com as microrregiões de Salinas e Janaúba. Estas três microrregiões estão no semiárido brasileiro, conforme delimitação do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR).

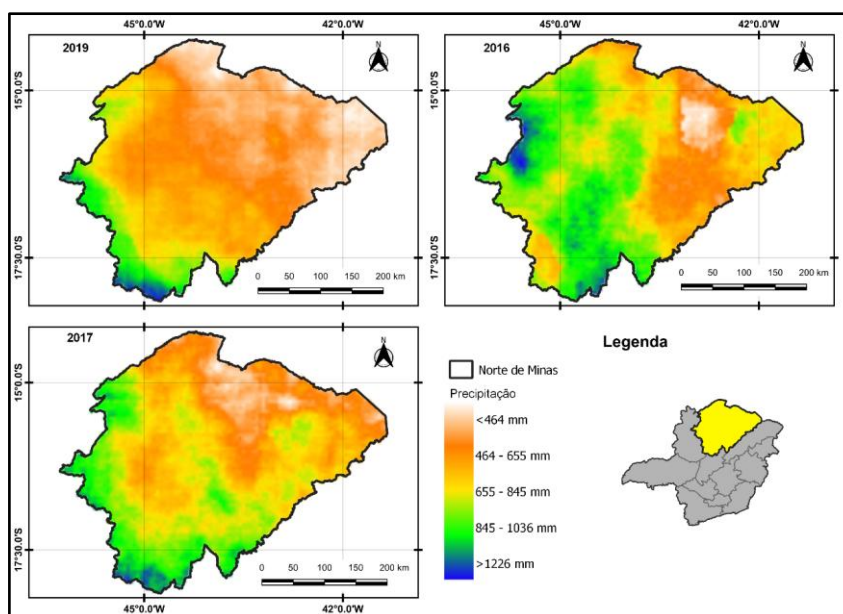


Figura 3. Mapa da precipitação total anual para os anos de 2016, 2017 e 2019 obtido com o produto CHIRPS. Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o Produto CHIRPS apresenta uma boa capacidade de estimativa da precipitação pluviométrica na região Norte do Estado de Minas Gerais.

A comparação com estudos semelhantes em outras regiões também reforça a confiabilidade das estimativas do CHIRPS. Isso ressalta a importância desses dados estimados para regiões com escassez de estações meteorológicas, contribuindo para o entendimento do ciclo hidrológico e auxiliando na gestão da água, agricultura e previsão de eventos climáticos extremos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACUTT, L. A. et al. Precipitation comparison for the CFSR, MERRA, TRMM3B42 and Combined Scheme datasets in Bolivia. **Atmospheric Research**, v. 163, p. 117-131, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.02.002>

BARBOSA, I. C. da C. et al. Precipitation evaluation based on CHIRPS and GPCC data with surface measurements of sub-basin Guamá River in Northeast Pará. **Ciência E Natura**, v. 42, e32, 2020. <https://doi.org/10.5902/2179460X42094>

BRESSIANI, D. A. et al. Effects of spatial and temporal weather data resolutions on streamflow modeling of a semi-arid basin, Northeast Brazil. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 8, n. 3, 2015. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20150803.970>

COSTA, J. et al. Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil. **Rev. Bras. Climatol.** v. 24, n. 15, p.228-243, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v24i0.60237>

FUNK, C. et al. **The climate hazards infrared precipitation with stations**—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, v. 2, 150066, 2015. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>

HOPKINS, W.G. *A New View of Statistics: Correlation Coefficient*. **New York: Internet Society for Sport Science**, 2009.

JOYCE, R. J.; JANOWIAK, J. E.; ARKIN, P. A.; XIE, P. CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and

temporal resolution. **Journal of Hydrometeorology**, v. 5, n. 3, p. 487-503, 2004. [https://doi.org/10.1175/1525-7541\(2004\)005<0487:CAMTPG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1525-7541(2004)005<0487:CAMTPG>2.0.CO;2)

LAI, C. et al. Monitoring hydrological drought using long-term satellite-based precipitation data. **Science of The Total Environment**, v. 649, p. 1198-1208, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.245>

MARTINS, F. B. et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 129-156, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60896>

MELLO, D. D. C. D. et al. Performance evaluation of rainfall estimates by TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis 3B42V6 and V7 over Brazil. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 120, p. 9426-9436, 2015. <https://doi.org/10.1002/2015JD023797>

MONTEIRO, J. A. F. et al. Accuracy of grid precipitation data for Brazil: application in river discharge modelling of the Tocantins catchment. **Hydrological Processes**, v. 30, p. 1419-1430, 2015. <https://doi.org/10.1002/hyp.10708>

NASCIMENTO, J. M.; FRADE, T. G.; SILVA, R. M. Modelagem da resposta do escoamento em uma bacia semiárida da Paraíba utilizando o modelo SWAT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 1137-1150, 2018. [10.26848/rbgf.v11.3.p1137-1150](https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.3.p1137-1150)

PAREDES-TREJO, F. J.; BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. L. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 139, p. 26-40, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.12.009>

SANTOS, B. C. et al. Análise espaço-temporal da precipitação na região central do estado de São Paulo utilizando dados CHIRPS. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 15, n. 5, p.2582–2600, 2022. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.5.p2582-2600>

SILVA JUNIOR, C. H. L. et al. Spatiotemporal Rainfall Trends in the Brazilian Legal Amazon between the Years 1998 and 2015. **Water**, v. 10, p. 1220, 2018. <https://doi.org/10.3390/w10091220>

SOARES, A. S. D.; PAZ, A. R.; PICCILLI, D. G. A. Avaliação das estimativas de precipitação do satélite TRMM no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 288-299, abril/junho, 2016. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p288-299>

ZAMBRANO, F.; WARDLOW, B.; TADESSE, T.; LILLO-SAAVEDRA, M.; LAGOS, O. Evaluating satellite-derived long-term historical precipitation datasets for drought monitoring in Chile. **Atmospheric Research**, São Paulo, v. 186, p. 26-42, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.11.006>