

SATÉLITE TRMM: GERAÇÃO DE SÉRIES MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Marionei Fomaca de Sousa Junior ¹, Ana Caroline Silva Marcelino ², Tiago Santos Hoegen ³, Larissa Gabriela Portiliotti de Paula ⁴, Eduardo Morgan Uliana ⁵

¹UFMT- Sinop, mariofomacajr@gmail.com; ²UFMT- Sinop, anacaroline2010982011@hotmail.com; ³UFMT- Sinop, tiagohoegen7@gmail.com; ⁴UFMT-Sinop, larissaportiliotti@gmail.com; ⁵UFMT-Sinop, morganeluliana@gmail.com

RESUMO

A obtenção de componentes do ciclo hidrológico a partir de imagens de plataformas orbitais vem se tornando uma importante ferramenta na ausência de dados de superfície. O objetivo do trabalho foi avaliar o produto 3B43 V7 do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) na geração de dados mensais de precipitação e comparar com dados observados em superfície por estações pluviométricas do estado de Mato Grosso, Brasil. Para avaliar o desempenho foram utilizadas as medidas estatísticas: viés; índice de concordância de Willmott; coeficiente Nash-Sutcliffe; e teste t pareado ao nível de 5% de significância. O TRMM se mostrou uma ferramenta viável na geração de dados mensais de precipitação na ausência de dados de superfície. Os dados estimados pelo satélite superestimaram os valores observados nas estações pluviométricas.

Palavras-chave — sensoriamento remoto, agricultura, recursos hídricos, ciclo hidrológico, plataformas orbitais.

TRMM SATELLITE: MONTHLY PRECIPITATION SERIES GENERATION IN MATO GROSSO STATE

Obtaining hydrological cycle components from orbital platform images has become an important tool in the absence of surface data. This work aims to evaluate the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite 3B43 V7 product in order to generate monthly precipitation data and to compare it with data observed on rain gauge stations in the state of Mato Grosso, Brazil. The following statistical measures were used to evaluate the performance: bias; Willmott's concordance index; Nash-Sutcliffe coefficient; and t-test at 5% significance level. TRMM showed to be a viable tool in the generation of monthly precipitation data in the absence of surface data. Satellite data overestimated observed data on rain gauge stations.

Key words — remote sensing, agriculture, water resources, hydrological cycle, orbital platforms.

3. INTRODUÇÃO

A precipitação é o principal componente de entrada do ciclo hidrológico sendo utilizada em modelos numéricos de previsão do tempo, balanço hídrico, modelos chuva-vazão, dentre outros. Dessa forma, o conhecimento de sua variação espacial se torna indispensável para tomada de decisões em atividades que necessitam dessa variável para maximizar resultados, como a agricultura, por exemplo, caracterizada como a principal provedora de alimentos e matérias-primas para energia [1-3].

A obtenção de componentes do ciclo hidrológico a partir de imagens de plataformas orbitais vêm se tornando uma ferramenta alternativa na ausência de dados de superfície. Várias metodologias para a estimar a precipitação através de imagens de satélites vêm surgindo, baseadas em imagens feitas por vários satélites em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Destacam-se as plataformas da séries GOES (*Geostationary Operational Environmental System*) e a plataforma TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) [4].

O satélite TRMM foi lançado em 1997 em uma parceria da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) com a JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), oferecendo uma das melhores imagens para previsão e análise da precipitação. Essa plataforma conta com cinco instrumentos básicos para monitorar a precipitação nos trópicos: o radar de precipitação; o imageador de micro-ondas; o scanner de radiação visível e infravermelha; o sistema de nuvens e energia radiante da Terra; e o sensor de imageamento de raios [5-6].

O TRMM possui órbita oblíqua não heliossíncrona bastante baixa (inicialmente 350 km, desde 2001 cerca de 403 km). O período de translação é bastante curto, cerca de 91 minutos. Esse período permite resoluções espaciais e temporais comparativamente altos. Os dados são estimados a cada 3 horas com resolução espacial de 0,25° x 0,25°, englobando latitudes desde 50°N a 50°S [7].

O projeto TRMM combina diferentes instrumentos para geração de diversos produtos a partir de algoritmos de cálculo [3]. Um desses produtos é o 3B43 V7 que possui resolução espacial de 0,25° x 0,25° e resolução temporal mensal.

Com base nas informações expostas, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do produto 3B43 V7 na

geração de dados mensais de precipitação para a região médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de precipitação pluvial utilizados no estudo foram obtidos de quatro estações pluviométricas do estado de Mato Grosso, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), via plataforma Hidroweb, e do radar de precipitação (PR) do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Os códigos das estações pluviométricas são: 1355001; 1255001; 1257000; e 1156001. O período analisado foi de 1998 a 2007. A escolha do período foi feita em função da disponibilidade dos dados sem falhas das estações e do período de dados disponível pelo satélite TRMM. Após obtenção dos dados, obteve-se a média para cada estação para cada mês, a fim de comparar com os resultados obtidos pelo TRMM.

Para obtenção dos dados de precipitação do satélite TRMM foram utilizadas as coordenadas geográficas mais próximas das coordenadas das estações pluviométricas, conforme apresentado na Tabela 1. O produto utilizado foi o 3B43 V7, com resolução temporal mensal e resolução espacial de 0,25° x 0,25°. A Figura 1 indica a localização das estações.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como AW (clima tropical). A precipitação total anual nessa região pode chegar a 2000 mm. Há duas estações climáticas bem definidas: a chuvosa, de outubro a abril, e a seca, de maio a setembro [8].

Tabela 1. Localização das estações pluviométricas e do satélite TRMM.

Código	Município	Estação pluviométrica		TRMM	
		Lat (°)	Long (°)	Lat (°)	Long (°)
1355001	Sorriso	-13,56	-55,33	-13,63	-55,38
1255001	Sorriso	-12,68	-55,79	-12,63	-55,88
1257000	Brasnorte	-12,12	-58,00	-12,13	-57,88
1156001	Sinop	-11,69	-55,45	-11,63	-55,38

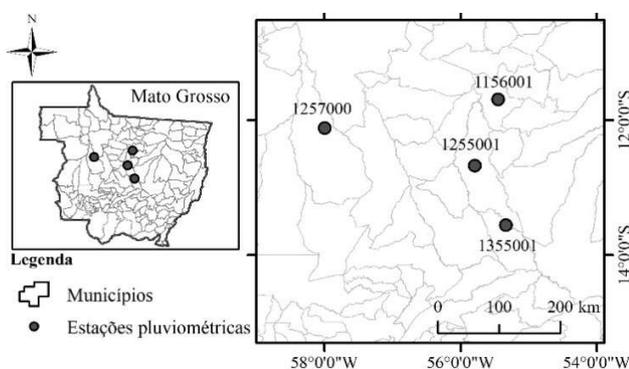


Figura 1. Localização das estações pluviométricas.

Foram utilizadas as seguintes medidas estatísticas para avaliar o desempenho do satélite TRMM: viés (Equação 1); índice de concordância de Willmott (Equação 2); coeficiente Nash-Sutcliffe (Equação 3); e teste t pareado ao nível de 5% de significância (Equação 4).

Para avaliar o desempenho do modelo com relação ao índice de eficiência de Nash-Sutcliffe (E) foi adotada a classificação sugerida por Van Liew et al. [9]. De acordo com a classificação: E = 1 significa ajuste perfeito dos dados preditos pelo modelo; E > 0,75 indica que o modelo é adequado e bom; 0,36 < E < 0,75 indica que o modelo é considerado satisfatório; e E < 0,36 indica que o modelo não é satisfatório.

O índice de concordância de Willmott varia de 0 a 1, onde 1 indica concordância perfeita. O viés indica se os dados preditos foram sub (valores positivos) ou superestimados (valores negativos).

$$\text{viés} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i) \quad (1)$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2} \quad (2)$$

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - O)^2} \quad (3)$$

$$t = \sqrt{\frac{(n-1)\text{viés}^2}{\text{RMSE}^2 - \text{viés}^2}} \quad (4)$$

em que:

$$\text{RMSE} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2 \right]^{0,5} \quad (5)$$

em que: P_i é a precipitação estimada (mm); O_i , a precipitação observada (mm); O , a média das precipitações observadas (mm); e n , o número de valores da amostra.

3. RESULTADOS

A Figura 2 apresenta a comparação dos dados observados em estações pluviométricas e os estimados pelo satélite TRMM para as estações 1355001, 1255001, 1257000 e 1156001.

As medidas quantitativas do desempenho do satélite TRMM estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Medidas quantitativas do desempenho do satélite TRMM na geração de dados de precipitação pluvial na escala mensal.

Código	viés	d	E	t
1355001	-9,97	0,99	0,96	1,63 ^{NS}
1255001	-9,93	0,99	0,96	1,52 ^{NS}
1257000	-17,63	0,98	0,89	1,77 ^{NS}
1156001	-0,20	1,00	0,99	0,05 ^{NS}

NS: não significativo. Os termos d, E e t são adimensionais. O viés é em mm.

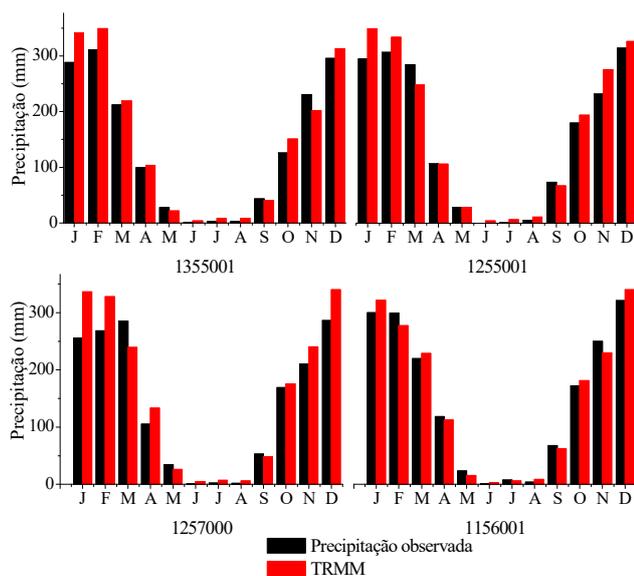


Figura 2. Dados médios mensais observados pelas estações pluviométricas e estimados pelo satélite TRMM.

4. DISCUSSÃO

Ao analisar os valores do coeficiente Nash-Sutcliffe (E), percebe-se que o TRMM foi adequado e bom, conforme classificação proposta por Van Liew et al. [9], uma vez que apresentou valores de “E” superiores a 0,75.

Quanto aos valores do índice de concordância de Willmott, tem-se que variaram entre 0,98 e 1,00. Os valores próximos a unidade indicam concordância, isto é, melhor desempenho na predição dos dados. Dessa forma, o índice “d” demonstra boa concordância entre os dados estimados pelo satélite TRMM e os dados observados em superfície.

Com base no teste t pareado ao nível de 5%, pode-se afirmar que os dados do satélite TRMM não diferem dos dados observados em todas as quatro estações pluviométricas em 95% de probabilidade.

Os valores do viés negativos indicam que o satélite TRMM superestimou os dados em todas as quatro estações. Dentre elas, a maior superestimativa da precipitação foi observada na estação localizada no município de Brasnorte (viés igual a -17,63), refletindo também nos menores valores

de “d” e “E”. Nesta localidade, a precipitação média mensal do mês de janeiro e fevereiro foram, respectivamente, superestimadas em 31,62% e 22,07%.

O TRMM teve maior desempenho na estimativa da precipitação da estação localizada em Sinop (1156001), uma vez que apresentou menor viés (-0,20), indicando maior proximidade com os dados observados e maiores valores de “d” e “E”.

A tendência do satélite TRMM em superestimar os dados de precipitação mensal também foi observada por Pereira et al. [2], encontrando valores, em média, 15% maiores que os observados em estações pluviométricas do Brasil. Os referidos autores associaram as maiores variações encontradas a áreas com grande atividade convectiva, citando também a resolução temporal do sensor, que obtém dados em intervalos de tempo regulares, e a frequência das obtenção dos dados.

Almeida et al. [10], ao avaliarem o desempenho do produto 3B43 no estado do Amazonas, observaram superestimativa dos dados preditos pelo TRMM para a maioria das estações analisadas. Aires et al. [11] também relataram superestimativa da precipitação em uma bacia hidrográfica no estado de Minas Gerais.

Franchito et al. [12] destacam que a obtenção de imagens pelo TRMM é feita a partir de uma órbita baixa, com maior coleta de dados em regiões de alta latitude, em intervalos de tempos discretos. Como existem regiões com amostragem maior de dados de precipitação e o cálculo da precipitação mensal é realizada a partir da média aritmética das observações coletadas na resolução padrão do pixel (0,25° x 0,25°), podem ocorrer erros de estimativa.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o uso do produto 3B43 V7 na geração de dados mensais de precipitação na região médio norte do estado de Mato Grosso se apresenta como uma solução viável na ausência de estações de superfície, bem como no preenchimento de falhas de séries históricas.

5. CONCLUSÕES

O produto 3B43 V7 do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) é eficaz na geração da precipitação mensal na região médio norte do estado de Mato Grosso, podendo ser utilizado na ausência de dados e preenchimento de falhas de séries históricas. A precipitação estimada pelo satélite superestima a precipitação observada em superfície pelas estações utilizadas no estudo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Mello, C. R. DE; Silva, A. M. *Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas*. Lavras: Editora UFLA, 2013, 455 p.
- [2] Pereira, G.; Silva, M. E. S.; Moraes, E. C.; Cardozo, F. S. Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM

para o Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, n. 3, p. 139-148, 2013.

[3] Formaggio, A. R.; Sanches, I. D. *Sensoriamento remoto em agricultura*. São Paulo: Oficina de Textos, 2017, 288 p.

[4] Collischonn, B.; Allasia, D.; Collischonn, W.; Tucci, C.E.M. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 59, n. 1, p. 93-99, 2007.

[5] Passow, M. J. TRMM —Tropical rainfall measuring mission: Bringing remote sensing of precipitation into your classroom. TRMM: Trazendo o sensoriamento remoto de precipitação para sua sala de aula. *Terræ Didática*, v. 6, n. 1, p. 3-8, 2010.

[6] Fisher, B. L. Climatological validation of TRMM TMI and PR monthly rain products over Oklahoma. *Journal of Applied Meteorology*, v. 43, n. 3, p. 519-535, 2004.

[7] Silva, D. F.; Pantano, A. P.; Camargo, M. B. P. Análise de dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o vale do médio Parapanema- SP. *Engenharia na Agricultura*, v. 21, n. 2, p. 138-147, 2013.

[8] Tanaka, A. A.; Souza, A. P.; Klar, A. E.; Silva, A. C.; Gomes, A. W. A. Evapotranspiração de referência estimada por modelos simplificados para o Estado do Mato Grosso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 2, p. 91-104, 2016.

[9] Van lieuw, M. W.; Veith, T. L.; Bosch, D. D.; Arnold, J. G. Suitability of SWAT for the conservation effects assessment project: a comparison on USDA-ARS watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 12, n. 2, p.173-189, 2007.

[10] Almeida, C. T.; Delgado, R. C.; Oliveira Junior, J. F.; Gois, G.; Cavalcanti, A. S. Avaliação das estimativas de precipitação do produto 3B43- TRMM do estado do Amazonas. *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 3, p. 279-286, 2015.

[11] Aires, U. R. V.; Melo Neto, J. O.; Mello, C. R. Estimativas de precipitação derivadas do satélite trmm para a bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, MG. *Scientia Agraria*, v. 17, n. 2, p; 57-66, 2016.

[12] Franchito, S. H.; Rao, V. B.; Vasques, A. C.; Santo, C. M. E.; Conforte, J. C. Validation of TRMM precipitation radar monthly rainfall estimates over Brazil. *Journal of Geophysical Research*, v. 114, n. 2, p. 1-9, 2009.