

## Avaliação da acurácia do GPM para a estimativa da precipitação na Bacia do Alto Paraguai

Fernanda Sandim de Andrade<sup>1</sup>  
José Marcato Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS  
Caixa Postal 79070 - 900 – Campo Grande - MS, Brasil  
sandimfernanda@gmail.com, jose.marcato@ufms.br

**Abstract.** Precipitation-estimating satellites have a very useful tool to provide insufficient rainfall data in areas that have scarcity of rainy stations. The GPM (Global Precipitation Measurement) mission aims to estimate rainfall of light intensity of 0.5 mm/h, solid precipitation (snow) and microphysical properties of precipitation particles. From this, the aim of this work was to assess the accuracy of the GPM precipitation estimation in the Upper Paraguay Basin, using rainfall data from three rainfall stations of the National Water Agency (ANA). It was found that the GPM data values were higher than those of the ANA, generating a RMSE (Root Mean Square Error) from 41 to 77 mm / month.

**Palavras-chave:** remote sensing, GPM, orbital images, rainfall, sensoriamento remoto, imagens orbitais, precipitação.

### 1. Introdução

Dentre os parâmetros atmosféricos, a precipitação é um dos mais difíceis para mensurar em virtude de sua alta variabilidade no tempo e espaço (Kummerow et al., 2000). A distribuição da precipitação afeta diretamente a disponibilidade da água doce, sendo esta imprescindível para a vida humana. Um conhecimento preciso tanto da intensidade quanto da acumulação da precipitação é fundamental para o entendimento do ciclo global do fluxo de água (Montaigne, 2004; NSTC, 2004).

Para a medição da precipitação em uma dada localização são utilizados instrumentos sob a superfície da Terra de uso relativamente simples, porém essa técnica é dificultada quando se trata de regiões de grandes extensões e complexas, principalmente em oceanos (Kidd e Levizzani, 2011).

No Brasil, existe uma baixa quantidade e má distribuição espacial dos pluviômetros e a partir disso, visando suprir essa insuficiência de dados, imagens de satélites têm se apresentado uma importante ferramenta para a obtenção de vários componentes do ciclo hidrológico, entre eles a precipitação.

Satélites que geram produtos globais de estimativas de precipitação são constituídos por sensores de micro-ondas, calibrados com sensor de infravermelho e com a análise em outras missões de satélites (Huffman et al., 2007). Essas imagens trazem consigo a vantagem de cobrir uma área de aproximadamente  $10^6$  a  $10^8$  m<sup>2</sup>, enquanto que os pluviômetros de apenas  $10^{-1}$  (Kidder e Haar, 1995).

Desenvolvido em conjunto pela NASA e JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), o satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) foi lançado em 27 de novembro de 1997 com a finalidade de compreender e monitorar a distribuição e a variabilidade da precipitação nos trópicos (Kummerow et al., 2000). Em abril de 2015, após aproximadamente 17 anos de dados coletados, seus equipamentos foram desligados, retornando para a atmosfera terrestre em junho do mesmo ano (GPM, 2016).

A missão GPM (*Global Precipitation Measurement*), sucessor do TRMM, cujo satélite foi lançado 27 de fevereiro de 2014, foi designada especificamente para fornecer observações globais de precipitação e neve. Poucos estudos relacionados com o GPM foram elaborados no Brasil, principalmente pelo fato de ser uma missão de satélite recente (GPM, 2016).

Serrão et al. (2014) realizaram uma avaliação estatística entre as estimativas de precipitação da constelação GPM com TRMM e verificaram que índices de eficiência de Nash-Sutcliffe e Willmott foram satisfatórios, principalmente no mês de outubro do ano de 2014 e constataram ainda que o GPM indicou uma subestimativa quando comparado com os dados observados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), enquanto que no período de inverno mostrou-se mais superestimado.

Com base nisso, o objetivo desse trabalho consiste em avaliar a acurácia do GPM para a estimativa da precipitação na Bacia do Alto Paraguai (BAP). As vazões geradas pela Bacia do Alto Paraguai apresentam um importante papel no ciclo vital do Pantanal, sendo este considerado a maior área alagável do continente americano (Souza, 1978), portanto, compreender a variabilidade e distribuição espacial da precipitação da BAP auxilia no desenvolvimento de um diagnóstico e na previsão de ocorrências fenômenos hidrológicos.

## **2. Metodologia do Trabalho**

### **2.1 Área de estudo**

O trabalho tem como área de estudo a Bacia do Alto do Paraguai, no qual está localizada entre as latitudes 10° e 25° Sul e as longitudes 50° e 60° Oeste (Figura 1). O Rio Paraguai possui sua nascente em território brasileiro e sua bacia hidrográfica apresenta uma área de aproximadamente 1.095.00 Km<sup>2</sup>. No Brasil, a Bacia do Alto Paraguai (BAP) se encontra nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com uma área de 365.442 Km<sup>2</sup>. Inserido inteiramente na BAP, o Pantanal Brasileiro apresenta 147.629 Km<sup>2</sup>, cerca de 41% da área total da bacia (ANA, 2004).

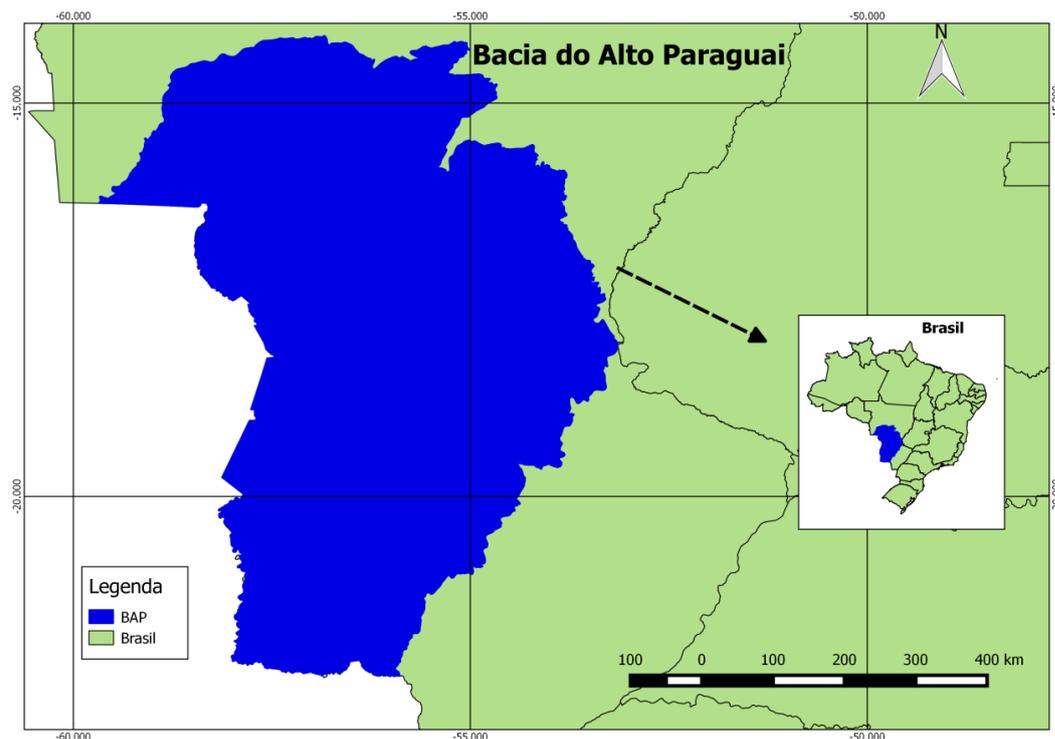


Figura 1. Bacia do Alto Paraguai.

## 2.2 Dados GPM

A missão GPM teve seu satélite lançado em 27 de fevereiro de 2014 a fim de suceder o TRMM, no qual este forneceu dados de estimativa de precipitação por 17 anos e retornou para a atmosfera terrestre em junho de 2015 (GPM, 2016).

Um dos principais instrumentos a bordo do núcleo observatório GPM é o radar de precipitação de dupla frequência - DPR (*Dual-frequency Precipitation Radar*), que consiste em radares de precipitação Ku-band (KuPR) cuja frequência de microondas varia de 1,67 a 2,4 cm, em uma frequência de 12-18 GHz e o Ka-band (KaPR) variando de 1,11 cm a 7,5 mm, a 27 a 40 GHz. Ambos apresentam largura do feixe de 0,71 graus e resolução espacial de 5 km. Quanto à resolução de alcance, o KuPR apresenta uma resolução de 250 metros enquanto a do KaPR varia de 250 a 500 metros. Já para a largura de faixa, o KuPR possui 245 km e o KaPR 120 km (GPM, 2016).

Outro instrumento a bordo do núcleo é o GPM *Microwave Imager* (GMI), no qual é um radiômetro multi-canal de microondas que cobre uma faixa de 885 km com treze canais variando em frequências de 10 GHz a 183 GHz. O maior avanço da missão GPM em relação à TRMM é a capacidade estendida para medir chuvas leves de 0,5 mm/h, precipitação sólida e a propriedades microfísicas das partículas de precipitação (GPM, 2016).

Para o estudo foram obtidos os dados mensais de estimativa de precipitação do satélite GPM dos anos 2014 a partir de abril, 2015 e 2016 até o mês de janeiro, através do site <https://pmm.nasa.gov/data-access/downloads/gpm>, podendo assim compará-los com os dados pluviométricos extraído de pluviômetros a fim de observar sua acurácia. Os dados são disponibilizados em extensão\*.nc (*Network Common Data Format*) em unidades de mm/mês, com uma resolução espacial de 0,10°.

### 2.3. Análise dos dados

Como referência, foram utilizados dados diários de precipitação dos anos de 2014, 2015 e 2016 obtidos através do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA)– Hidroweb, disponível no endereço: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Foram selecionadas três estações pluviométricas, as quais estão localizadas nos Municípios de Antônio João-MS, Camapuã-MS e Barão de Melgaço–MT (Figura 2), cujas coordenadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas das estações pluviométricas.

Estação	Latitude	Longitude
Antônio João-MS	-22° 11' 17''	-55° 56' 37''
Camapuã-MS	-19° 29' 48''	-53° 59' 48''
Barão de Melgaço-MT	-16° 53' 38''	-55° 54' 26''

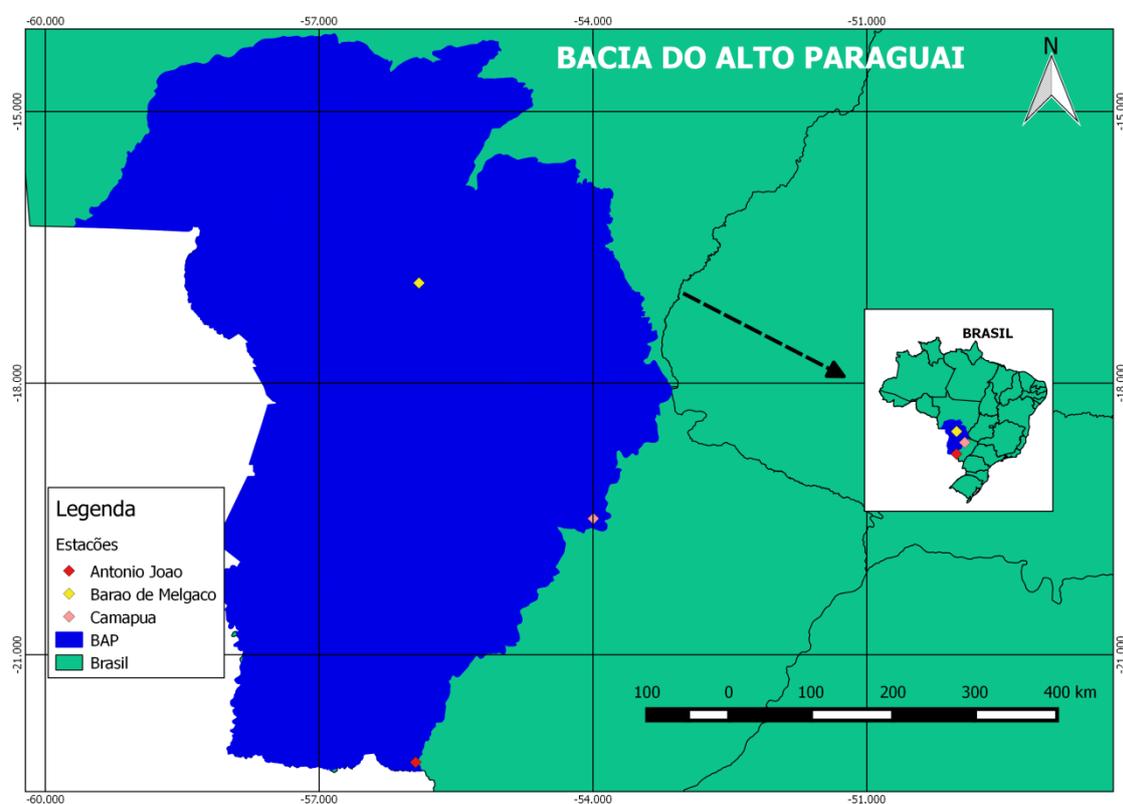


Figura 2. Distribuição das estações pluviométricas na BAP.

A partir das coordenadas das estações pluviométricas, realizou-se uma amostragem do pixel para 0,05° x 0,05° nas imagens do GPM utilizando o método de interpolação do vizinho mais próximo, executado no software livre QGIS 2.8.7 (QGIS, 2016).

### 3. Resultados e Discussão

Após a obtenção de todos os dados, foram calculadas as discrepâncias dos dados GPM em relação aos da ANA e em seguida, foi determinada a média e REQM (Raiz do Erro Quadrado Médio) dessas discrepâncias (Tabela 2).

Tabela 2. Média das discrepâncias e REQM.

Estação	Média (mm/mês)	REQM(mm/mês)
Antônio João	4,5510	41,9471
Camapuã	-0,0974	77,9037
Barão de Melgaço	25,7031	49,0785

Através das médias das discrepâncias apresentadas na Tabela 2, observa-se que em geral, os valores estimados de precipitação pelo GPM são maiores que os valores medidos nas estações pluviométricas, com exceção da estação de Camapuã, cujo valor aproximou-se de zero. Com relação ao REQM, notam-se valores que variam em torno de 41 a 77 mm/mês. Essas discrepâncias são justificadas pelas diferenças de áreas abrangidas pela estação pluviométrica e pelo pixel (0,10° x 0,10°) da imagem GPM.

#### 4. Conclusões

O objetivo desse trabalho foi verificar a acurácia dos dados de precipitação do satélite GPM em relação aos dados dos pluviômetros da Agência Nacional de Águas (ANA).

Verificou-se discrepâncias significativas entre os dados da ANA e do GPM, o que pode ser justificado pela diferença de área abrangida por ambos. Como sugestão para trabalhos futuros, têm-se a adoção de uma quantidade maior de estações da ANA, de modo a possibilitar a aplicação de interpoladores, como realizado por Xavier et al. (2015).

O satélite apresentou-se uma ferramenta extremamente útil quando relacionado aos estudos de precipitação, podendo assim, utilizar essas informações em regiões com difíceis acessos e complexas ou com baixa ocorrência desses equipamentos.

#### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de mestrado da coautora Fernanda Sandim de Andrade.

#### Referências

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS et al.) **Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e a Bacia do Alto Paraguai: programas de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do pantanal e Bacia do Alto Paraguai.** GEF. Relatório Final. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora, 2004, 513 p.

BRASIL. Ministério do interior. Estudos de desenvolvimento integrado da Bacia do Alto Paraguai (edibap): relatório da 1ª fase. Descrição física e recursos naturais. Brasília, 1979. T.2. Montaigne, F., 2002: *National Geographic Magazine*, Vol. 202 (3), International Publishing, 2–33.

GPM. Precipitation measurement missions. Global Precipitation Measurement Program, NASA. Disponível em: <<http://gpm.nasa.gov/>>. Acesso em 05 de nov. 2016.

Huffman, G. J., R. F. Adler, M. Morrissey, D. T. Bolvin, S. Curtis, R. Joyce, B. McGavock, J. Susskind. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. **J. Hydrometeor.**, 8, 38–55, 2007.

Kidder, S. Q. e HAAR, V. Satellite Meteorology: an introduction. **Academic Press**, 1995.

Kidd, C. e V. Levizzani. Status of satellite precipitation retrievals. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 7, 8157–8177, 2011, doi:10.5194/hessd-8-8157-2010.

Kummerow, C. et al. The Status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after Two Years in Orbit. **Journal of Applied Meteorology**, 39, p. 1965-1982, 2000.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente – MMA. 2016. Disponível em <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em Outubro de 2016.

Montaigne, F. **National Geographic Magazine**, Vol. 202 (3), International Publishing, 2–33, 2002.

NSTC, 2004: Science and technology to support fresh water availability in the United States. **National Science and Technology Council**, 19 pp.

Petty, G. W. The Status of Satellite-Based Rainfall Estimation over Land. **Remote Sensing of Environment** 51, p. 125-137, 1995.

QGIS Development Team. **QGIS** 2.8.7, 2016. Disponível em: <[http://www.qgis.org/pt\\_BR/site/index.html](http://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html)>. Acesso em: Outubro de 2016.

Serrão, E. A. O. Wanzeler, R. T. S., Santos, C. A., Gonçalves, L. J. M., Lima, A. M. M., Rocha, E. J. P., 2016: Avaliação estatística entre as estimativas de precipitação da constelação GPM com satélite TRMM: uma análise a bacia hidrográfica do Rio Solimões. **Revista Brasileira de Climatologia**. V. 18, p. 256-275, 2016.

Souza, L.G. **Bacia do Paraguai: geografia e história**. Brasília: dep. De documentação e divulgação. 1978.

Xavier, Alexandre C., King, Carey W. and Scanlon, Bridget R. *Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013)*. **International Journal of Climatology**, 2016.