

# Desempenho dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM sobre a América do Sul

José Roberto Rozante<sup>1</sup>, Demerval S. Moreira<sup>1</sup>, Alex de A. Fernandes<sup>1</sup>, Sylvio V. B. Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – INPE/CPTEC – Rodovia Presidente Dutra, km 40 – Cachoeira Paulista – São Paulo - Brasil, email: [roberto.rozante@cptec.inpe.br](mailto:roberto.rozante@cptec.inpe.br)

**ABSTRACT:** The satellite estimates of rainfall in regions with low density of observations has been widely used in many studies to validate numerical models, thus, it is very important to know the performance of these products derived from satellites. In this study, was evaluated the performance of two TRMM products (3B42V6 and 3B42RT) over South America using several sources of observed data. The study period was seven years (December 2002 – December 2009). The results showed that both versions of TRMM indicate trends to overestimate the values of precipitation in most regions, except on the northeast of Brazil. In this region, the tendency to underestimate the values of precipitation is due to a deficiency the satellite sensors in detect “warm clouds” that occur in the northeastern region of Brazil. The performance of the 3B42V6 version was slightly higher than the 3B42RT version, especially on Brazil during the spring months. The results show that both versions indicate a great potential for use in evaluation of numerical models as well as input data for hydrological models and soil moisture models.

**Palavras-chave:** Precipitação, Avaliação, TRMM

## 1 – INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição espacial e temporal da precipitação é de suma importância para o planejamento de diversas atividades econômicas/sociais, tais como agricultura, pecuária, geração de energia, entre outras. A baixa densidade de observações meteorológicas, em algumas regiões, compromete significativamente os estudos relacionados aos sistemas meteorológicos que influenciam diretamente o regime de precipitação sobre a América do Sul. Muitos estudos (Sahany et al., 2010) vem suprindo a carência de dados observados através da utilização de técnicas de estimativa de precipitação obtida a partir de satélites.

Com o passar dos anos muitas técnicas de estimativa de precipitação foram surgindo, porém em 1997 com a participação da NASA (National Aeronautics and Space Administration) e JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) tem início o programa Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) (Kummerow et al., 1998). Este programa tem como objetivo melhorar a estimativa de precipitação nas regiões tropicais e subtropicais ao longo do globo.

A utilização dos produtos do TRMM vem sendo amplamente utilizada, tanto para avaliar resultados de modelos numéricos (Rozante e Cavalcanti, 2008; de Gonçalves et al., 2006), quanto para combinar com dados de estações meteorológicas de superfície (Rozante et al., 2010; Mitra et al., 2009). O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o desempenho dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM (3B42V6 e 3B42RT) para a América do Sul.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação do desempenho dos produtos do TRMM foi realizada utilizando diversas fontes de dados de precipitação recebidos diariamente pelo Centro de previsão de tempo e

Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). As principais fonte de dados são o sistema global de telecomunicações (GTS) e de plataforma automática de coleta de dados (PCDs) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e centros regionais de meteorologia no Brasil. A distribuição espacial da rede de observação é muito irregular, como mostrado na figura 3a. A maioria das estações de superfície concentram-se na faixa leste do continente. Em direção ao centro do continente, a densidade da rede diminui drasticamente no norte e sul da América do Sul.

Os produtos do TRMM que foram avaliados são o 3B42RT e o 3B42V6. Estes produtos são produzidos com resolução temporal e horizontal de 3 horas e 0.25°, respectivamente, cobrindo quase o globo todo. O produto 3B42RT (Huffman et al. 2003) (doravante chamado de RT) é produzido em tempo quase real e consiste na combinação dos sensores do TRMM (micro ondas passivo e infra-vermelho) para estimar a precipitação. O produto 3B42V6 (Huffman et al. 2007) (doravante chamado de V6), gerado com aproximadamente um mês de atraso, é obtido a partir da combinação dos acumulados mensais (3 em 3 horas) da versão RT, dados de superfície observados e acumulados mensais de precipitação provenientes do CAMS (Climate Assessment and Monitoring System) e GPCP (Global Precipitation Climatology Center).

O período utilizado para a avaliação dos produtos do TRMM foi de dezembro de 2002 até dezembro de 2009. Os dados foram analisados separadamente para cada estação do ano - verão (dezembro, janeiro e fevereiro (DJF)), outono (março, abril e maio (MAM)), inverno (junho, julho e agosto (JJA)) e primavera (setembro, outubro e novembro (SON)). Os dados do TRMM foram acumulados em 24 horas conforme determinação da Organização meteorológica Mundial (OMM). Esta convenção foi determinada para que as observações com fins sinóticos sejam feitas através do mundo, de acordo com a hora universal, ou seja, o total de precipitação ocorrido desde as 12 UTC de um determinado dia até as 12 UTC do dia seguinte.

Foram utilizadas para realização das estatísticas somente as estações que reportaram no mínimo 70% das informações de precipitação durante todo o período analisado. Abaixo deste valor as estações foram desconsideradas para o cálculo dos índices estatísticos. Este procedimento foi realizado para garantir que o conjunto de dados utilizado para os cálculos fossem estatisticamente consistentes.

Para verificar a performance dos produtos do TRMM foi utilizado os índices estatísticos Viés Médio e Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), descritos abaixo, respectivamente:

$$viesM = \frac{\sum_{t=1}^N (TRMM_t - OBSERVADO_t)}{N}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (TRMM_t - OBSERVADO_t)^2}{N}}$$

onde  $N$  é o numero de dias utilizados para os cálculos.

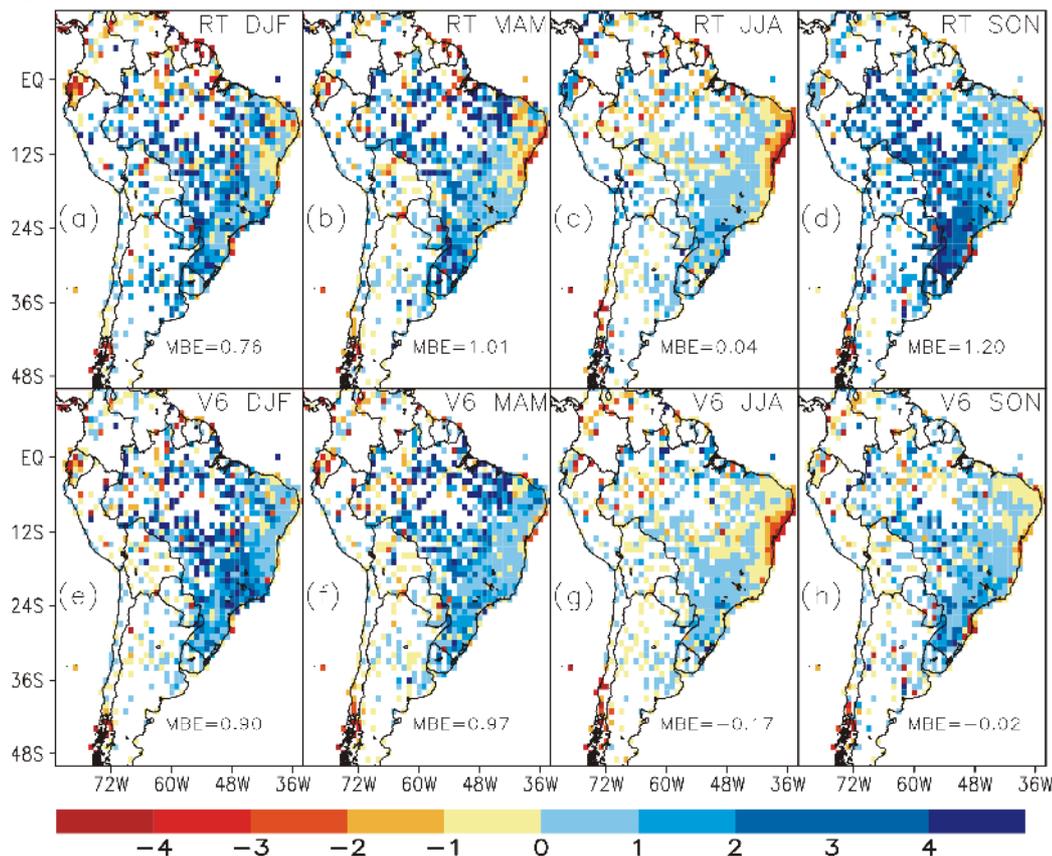
### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra o viés médio dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM: RT (a,b,c, d) e V6(e,f,g,h) para os trimestre de verão, outono, inverno e primavera. Em geral, os padrões verificados são semelhantes entre as versões RT e V6, no entanto nota-se valores menores de viés nos campos referentes ao V6, principalmente nos meses de primavera (fig.

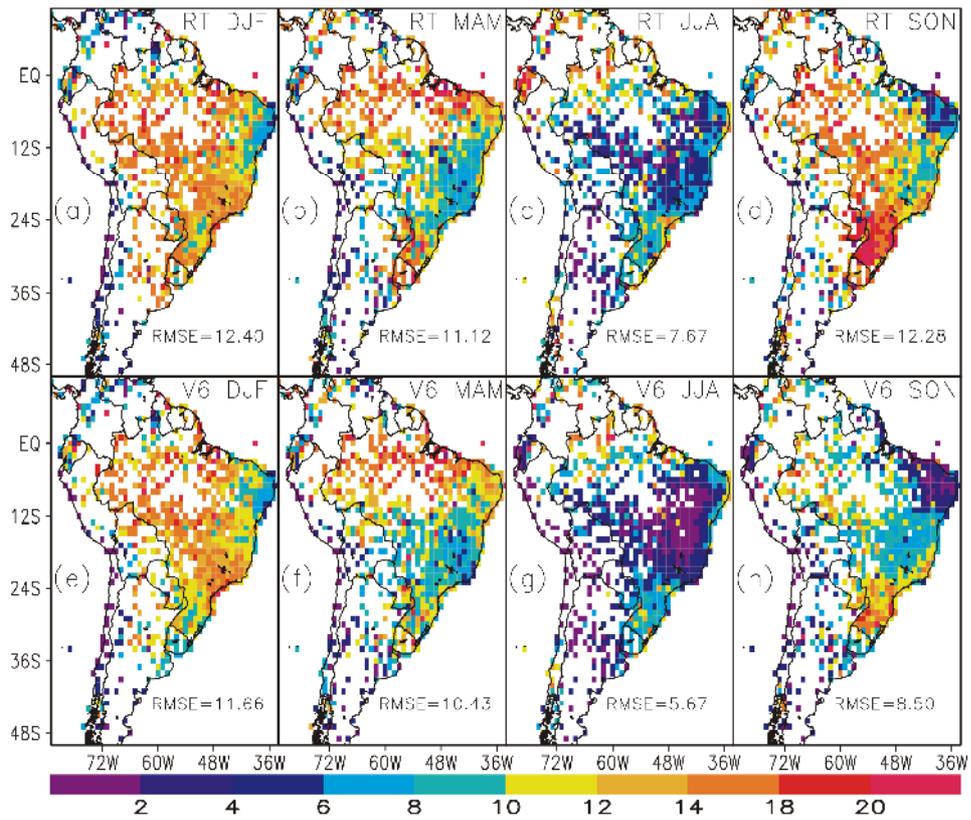
1h). Observa-se ainda uma tendência em superestimar os valores de precipitação em ambas as versões na maior parte do domínio, exceto no litoral do Nordeste do Brasil, onde a subestimativa é bastante significativa, principalmente nos meses de inverno (fig. 1c, 1g).

A figura 2 mostra o RMSE dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM: RT (a,b,c, d) e V6 (e,f,g, h) para os trimestre de verão, outono, inverno e primavera. Assim como visto nos campos de viés médio, os padrões são semelhantes entre ambas as versões. Os valores de RMSE referentes à versão V6 são inferiores aos verificados na versão RT para todas as estações do ano. Os maiores valores dos erros foram observados nos meses de verão (fig. 2a, 2e) e primavera (fig. 2d, 2h), sendo que o inverno (fig. 2c, 2g) foi a estação que apresentou os menores erros em ambas as versões. Para os meses de primavera, os erros encontrados sobre todas as regiões do Brasil são significativamente menores na versão V6 (fig. 2h).

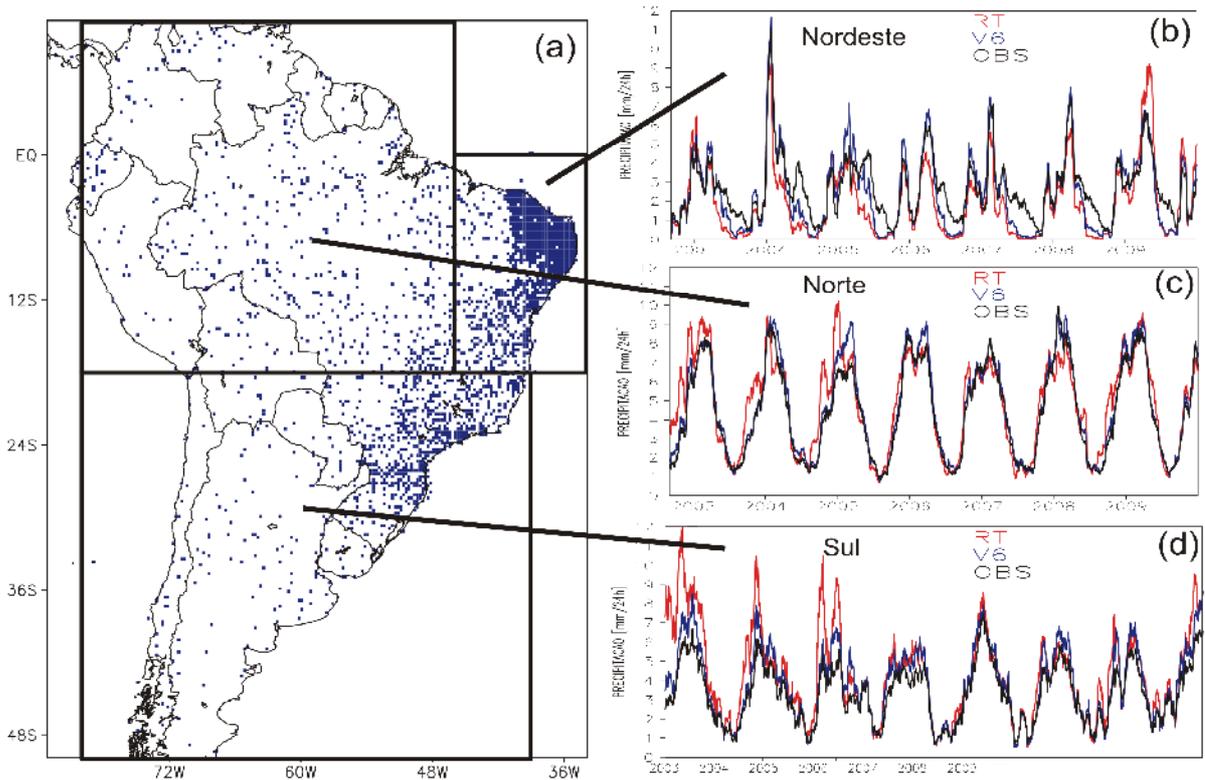
A evolução temporal das médias (sobre as regiões Norte, Sul e Nordeste) das pântadas de precipitação (acumulada em 24 horas) para todo o período avaliado é mostrado na figura 3. A evolução temporal da média espacial sobre a área definida como nordeste (fig. 3b) mostra claramente que nos meses de inverno as versões do TRMM indicam tendências em subestimar os valores de precipitação. Neste caso, a versão V6 consegue minimizar essas tendências. Na área Norte (fig. 3c) observa-se uma razoável concordância entre as versões RT, V6 e observações, exceto para os três primeiros anos, onde a versão RT indica precipitações mais intensas, principalmente nos meses de primavera. Assim como na região Norte, a região Sul (fig. 3d) indica superestimativas nos primeiros 3 anos, principalmente por parte da versão RT, no restante do período observa-se padrões bastante similares entre as versões RT, V6 e observações.



**Figura 1** – Viés médio dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM RT (a,b,c,d) e V6 (e,f,g,h) para as estações de verão (DJF), outono (MAM), inverno (JJA), e primavera (SON).



**Figura 2** – RMSE dos produtos de estimativa de precipitação do TRMM RT (a,b,c,d) e V6 (e,f,g,h) para as estações de verão (DJF), outono (MAM), inverno (JJA), e primavera (SON).



**Figura 3** – Domínio do estudo, distribuição espacial dos dados observados e regiões selecionadas para o cálculo das pêntricas (a). Evolução temporal das pêntricas médias de precipitação sobre as áreas Nordeste (b), Norte (c) e Sul (d).

#### **4 – CONCLUSÕES**

Os produtos do TRMM 3B42V6 e 3B42RT foram avaliados (para cada estação do ano) sobre a América do Sul durante um período de 7 anos. Os resultados, em geral, mostraram tendências em superestimar os valores de precipitação na maior parte do continente em ambas as versões, principalmente nos meses de verão e primavera. Sobre o Nordeste brasileiro foi observado tendências de subestimativas. Este fato deve-se a deficiência dos produtos do TRMM em estimar a precipitação associadas às nuvens “quentes” que ocorrem nesta região. A performance da versão V6 foi ligeiramente superior que a versão RT, principalmente sobre o Brasil durante os meses de primavera. Os resultados mostram que tanto a versão V6 quanto a RT apresentam um grande potencial para serem utilizados em avaliações de modelos numéricos e também como dados de entrada de modelos hidrológicos e de umidade do solo.

#### **5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

de GONCALVES, L. G. G., W. J. SHUTTLEWORTH, B. NIJSSEN, E. J. BURKE, J. A. MARENGO, S. C. CHOU, P. HOUSER, AND D. L. TOLL. Evaluation of model-derived and remotely sensed precipitation products for continental South America, *J. Geophys. Res.*, 111, D16113, doi:10.1029/2005JD006276. 2006.

HUFFMAN, G. J., ADLER, R. F., BOLVIN, D. T., GU, G. J., NELKIN, E. J., BOWMAN, K. P., HONG, Y., STOCKER, E. F., and WOLFF, D. B., The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8, 38-55. 2007.

HUFFMAN, G. J., ADLER, R. F., STOCKER, E., BOLVIN, D., and NELKIN, E. Analysis of TRMM 3-hourly multi-satellite precipitation estimates computed in both real and post-real time: 83rd AMS Annual Meeting, 12th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, p. 6pp. 2003.

KUMMEROW, C., W. BARNES, T. KOZU, J. SHIUE, AND J. SIMPSON. The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Sensor Package. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 15, 809–817. 1998.

MITRA AK, BOHRA AK, RAJEEVAN MN, KRISHNAMURTI TN. Daily Indian Precipitation Analysis Formed from a Merge of Rain-Gauge Data with the TRMM TMPA Satellite-Derived Rainfall Estimates. *Journal of the Meteorological Society of Japan* 87a(): 265. 2009.

ROZANTE, J. R., AND I. F. A. CAVALCANTI. Regional Eta model experiments: SALLJEX and MCS development, *J. Geophys. Res.*, 113, D17106, doi:10.1029/2007JD009566. 2008.

ROZANTE, J. R. ; MOREIRA, D. S. ; DE GONÇALVES, L. G. G. ; VILA, D. A. Combining TRMM and Surface Observation Precipitation: Technique and Validation Over South America. *Weather and Forecasting*, 2010.

SAHANY, S., V. VENUGOPAL, AND R. S. NANJUNDIAH. Diurnal-scale signatures of monsoon rainfall over the Indian region from TRMM satellite observations, *J. Geophys. Res.*, 115, D02103, doi:10.1029/2009JD012644. 2010.