

## Interpolação dos dados observados de precipitação pluvial e comparados com dados estimados pelo satélite TRMM

Daniela Fernanda da Silva <sup>1,2</sup>  
Jansle Vieira Rocha <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP,  
Faculdade de Engenharia Agrícola /FEAGRI. Laboratório de Geoprocessamento  
Av. Cândido Rondon, 501, Barão Geraldo – Campinas/SP – Cep:3083-875

<sup>2</sup> daniela.silva@feagri.unicamp.br

<sup>3</sup> jansle.rocha@feagri.unicamp.br

**Abstract.** Estimates of rainfall satellite have been proposed in several scientific papers, contributing as an important tool for climatological data consistency. Under this assumption the hypothesis of the paper is that the use of rainfall data estimated by TRMM satellite can be used in the absence of meteorological stations conventional surface. Thus, the objective was to evaluate the estimates of the TRMM satellite rainfall for the state of Paraná and verify the reliability with respect to the observed data from surface weather stations SIMEPAR. The results were satisfactory showing that estimates of TRMM satellite can be used as a source of information on the scarcity of information data from surface weather stations.

**Keyword:** rainfall, weather station, weather satellite

### 1. Introdução

A precipitação é provavelmente a variável que apresenta maior variabilidade espacial, as estações meteorológicas convencionais fornecem registros válidos apenas para o seu entorno. Com a baixa densidade desses postos meteorológicos, tem sido uma ferramenta extremamente útil a utilização de dados estimados por satélite (Silva, 2012). Deste modo, a estimativa da precipitação pluviométrica por meio do satélite TRMM pode ser útil quando utilizada como dado de entrada do modelo agrometeorológico.

O satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) é um projeto em parceria entre a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA) e foi lançado em 27 de novembro de 1997 com o objetivo específico de monitorar e estudar a precipitação nas áreas tropicais (Collischonn et al., 2007).

O satélite possui órbita oblíqua não-heliossíncrona bastante baixa (inicialmente 350km, desde 2001 cerca de 403km), de forma que o período de translação é bastante curto (91 minutos), permitindo resoluções espacial e temporal comparativamente altas. A órbita deste satélite foi calculada para se ter uma capacidade máxima de amostragem diurna e os dados são estimados a cada 3 horas com uma resolução de 0,25° desde 50° N a 50° S

Leivas et al. (2009) ressaltam que, em função de ser o satélite mais bem equipado em termos de instrumentos para a estimativa de precipitação, o TRMM fornece estimativas mais precisas do que as técnicas indiretas, baseadas em imagens de outros satélites.

Collischonn et al. (2007) estimaram a precipitação do satélite TRMM, na bacia do alto São Francisco, e encontraram resultados precisos quando compararam com dados de superfície, afirmando ser esta uma possível ferramenta para consistência de dados. Liao et al. (2009) conclui que o sensor PR a bordo do satélite TRMM, está bem calibrado e que a calibração tem se mantido estável ao longo dos últimos anos.

Alguns trabalhos corroboram com esta temática mostrando boa acurácia das estimativas de precipitação oriundas do satélite TRMM, por meio do sensor PR, como os de: Short et al. (2000); Cage et al. (2002), Lyu et al. (2003); Hufmman (2006); Dubreuil et al. (2007); Garcia et al. (2009) e Bardin et al. (2010)

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as estimativas de precipitação pluvial do satélite TRMM para o estado do Paraná e verificar a confiabilidade em relação aos dados observados em estações meteorológicas de superfície do SIMEPAR.

## 2. Metodologia do Trabalho

O universo de análise engloba o estado do Paraná, localizado na região sul do país (Figura 1), onde o clima predominante é temperado mesotérmico e superúmido, tipo climático Cfa – segundo a classificação climática de Köeppen, com temperaturas moderadas, chuvas bem distribuídas e verão quente. Nos meses de inverno a média da temperatura é inferior a 16°C e nos meses de verão as máximas superam 30°C, sendo a média anual 21°C, ao sul do estado a temperatura tende a ficar abaixo de 18°C (mesotérmico), sendo a média da temperatura em torno de 22°C. (Araujo, 2010).

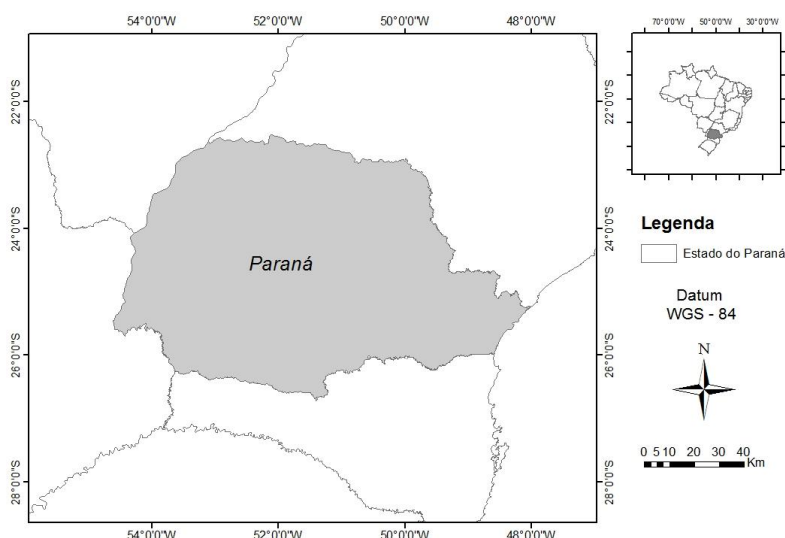


Figura 1. Localização da área de estudo, Estado do Paraná.

Os dados decendiais de precipitação pluvial (mm) foram obtidos por meio de estações meteorológicas convencionais e automáticas de superfície do Instituto Tecnológico SIMEPAR, para o período de 2005/2010 (Figura 2).

Em relação aos dados estimados de precipitação pluvial (mm), utilizou-se o produto 3B42 v7 do sensor PR (Radar de Precipitação) do satélite meteorológico TRMM, com resolução espacial de 0,25 graus ( $\pm 25 \times 25$ km), referente a 303 pixels para o estado do Paraná, para o mesmo período de análise e em escala decendial, desta forma se mantém a mesma escala dos dados de superfície (Figura 3). Esses dados estão disponibilizados gratuitamente online através do website da NASA: <[http://trmm.gsfc.nasa.gov/data\\_dir/data.html](http://trmm.gsfc.nasa.gov/data_dir/data.html)>.

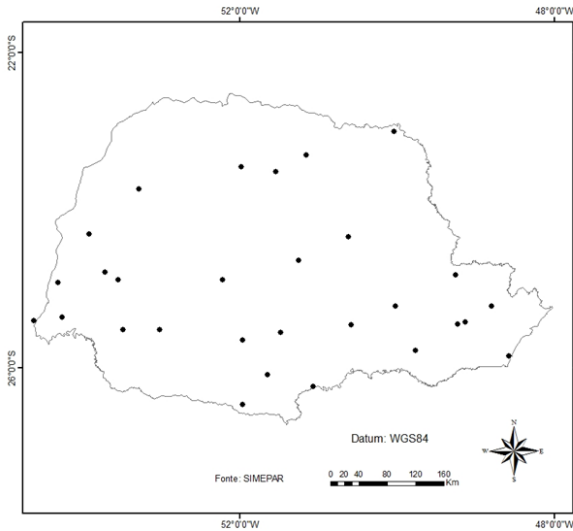


Figura 2. Localização das estações Meteorológicas SIMEPAR

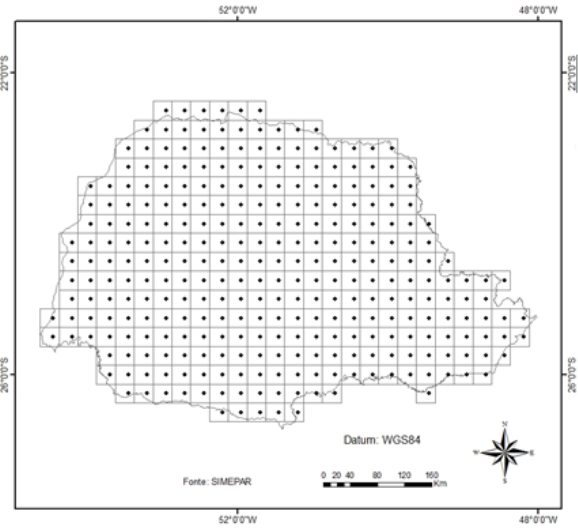


Figura 3. Localização dos 303 pixels do Satélite TRMM

O procedimento de comparação dos dados estimados com os observados consistiu em gerar modelos de regressão linear simples entre duas fontes de dados, considerando os dados de SIMEPAR e TRMM. Entretanto como as coordenadas geográficas dos 303 pixels do TRMM não eram coincidentes com as posições geográficas das estações meteorológicas, como ilustrou a figura 2 e 3, procedeu-se a interpolação dos dados decenais de precipitação das estações de superfície, pelo método interpolação Inverso Quadrado da Distância (IQD), com resolução espacial de 5x5Km. Em seguida os mapas interpolados foram processados para a mesma resolução dos 303 pixels do TRMM, por meio de um sistema de extração de dados de imagens do software ArcGis 9.3.

De posse destas informações foram feitas as análises estáticas para o ano de 2010, para os 303 pixels do estado do Paraná, em escala decenal. Foram analisadas por meio de regressão linear, encontrando valores de  $R^2$ ,  $d$ , e  $Es$ , sendo que: o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica o quanto da variável dependente foi explicado pela variável independente, o índice de concordância “ $d$ ” proposto por Willmot et al. (1985), avalia o ajuste do modelo em relação aos dados observados. O índice “ $d$ ” quantifica numericamente a exatidão, sendo um coeficiente de concordância (Willmot et al.,1985). Também indica como o modelo simula os valores observados, refletindo numa escala de 0 a 1 o grau do desvio da linha 1:1 em uma figura e quanto a inclinação da linha de regressão difere de 1 e a linha de interceptação de zero, ou seja, o índice “ $d$ ”, com variação entre 0 e 1, indica o grau de concordância ou exatidão entre os valores estimados e observados, sendo que quando mais próximo de 1, melhor a exatidão do desempenho do modelo em prever a variável dependente. O índice é dado pela seguinte equação (1):

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (1)$$

Onde:  $P_i$  é o valor estimado,  $O_i$  o valor observado e  $O$  a média dos valores observados. O coeficiente “ $d$ ” é mais consistente que o  $R^2$ , com relação a valores extremos, medindo com mais eficiência se os valores estão próximos da reta 1:1 em um gráfico de dispersão entre dados estimados e observados.

### 3. Resultados e Discussão

O estado do Paraná conta com reduzido número de postos meteorológicos, e as estações estão localizadas distantes uma das outras. Por tal motivo se faz necessário a fim de melhorar a análise, ampliar este número de “estações meteorológicas” aumentando a área de cobertura.

As análises mostraram resultados satisfatórios quando correlacionados dados observados com estimados (Figura 4 a), apresentaram valores altos de ‘d’ de Willmot bem próximos de +1, principalmente na região sudoeste do estado, os pontos que apresentaram os menores valores ficaram entre 0,60 – 0,75 considerados satisfatórios.

Para a Correlação ‘r’ (Figura 4 b) os dados apresentaram-se com valores altos ( $r = 0,99-1$ ) para a região sul e sudoeste, os menores valores de ‘r’ encontrados na porção norte do estado, foram bons resultados ( $r = 0,51 - 0,76$ ), mostrando desta forma a confiabilidade dos dados quando comparados dados estimados com observados.

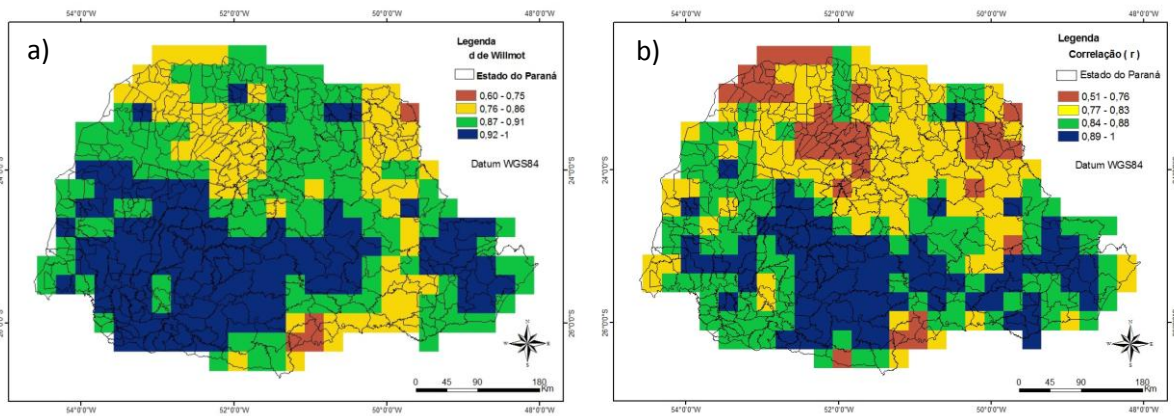


Figura 4. Análise estatística dos dados observados com estimados, a) ‘d’ de Willmott e b) Correlação ‘r’

Os valores do Coeficiente de Determinação -  $R^2$  ( Figura 5 c) apresentaram maiores valores na região centro sul do estado ( $R^2 = 0,78$  a  $0,99$ ), sendo os menores valores ( $R^2 = 0,26-0,59$ ) na região noroeste com alguns pontos na região sul do estado.

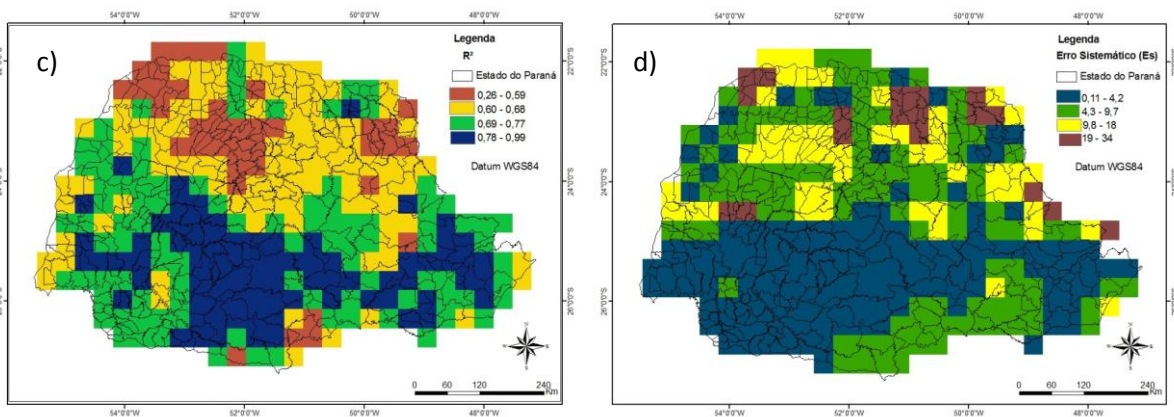


Figura 5. Análise estatística c) Coeficiente de Determinação -  $R^2$  e d) Erro Sistemático - Es

Diferenças observadas nos baixos valores de  $R^2$  ocorrem devido à precipitação ser um elemento que apresenta grande variabilidade conforme descrito por Camargo et al. (2005) e

também a diferença de escalas de cobertura entre os pontos das estações meteorológicas e os do satélite TRMM.

Os erros sistemáticos foram maiores no norte do estado enquanto o restante apresentaram bons desempenhos, esses baixos valores encontrados na porção norte do estado está associado, ao fato da região possuir menor quantidade de estações meteorológicas de superfície localizadas nessa região.

Desta forma, foram analisados seis anos de precipitação pluvial (2005-2010) estimados pelo satélite TRMM para o estado do Paraná (Figura 6), onde mostraram chuvas bem espalhadas pelo estado, porém chama atenção para a região norte e noroeste do estado que apresentaram em alguns anos menores quantidades de chuva (mm) em relação as demais regiões.

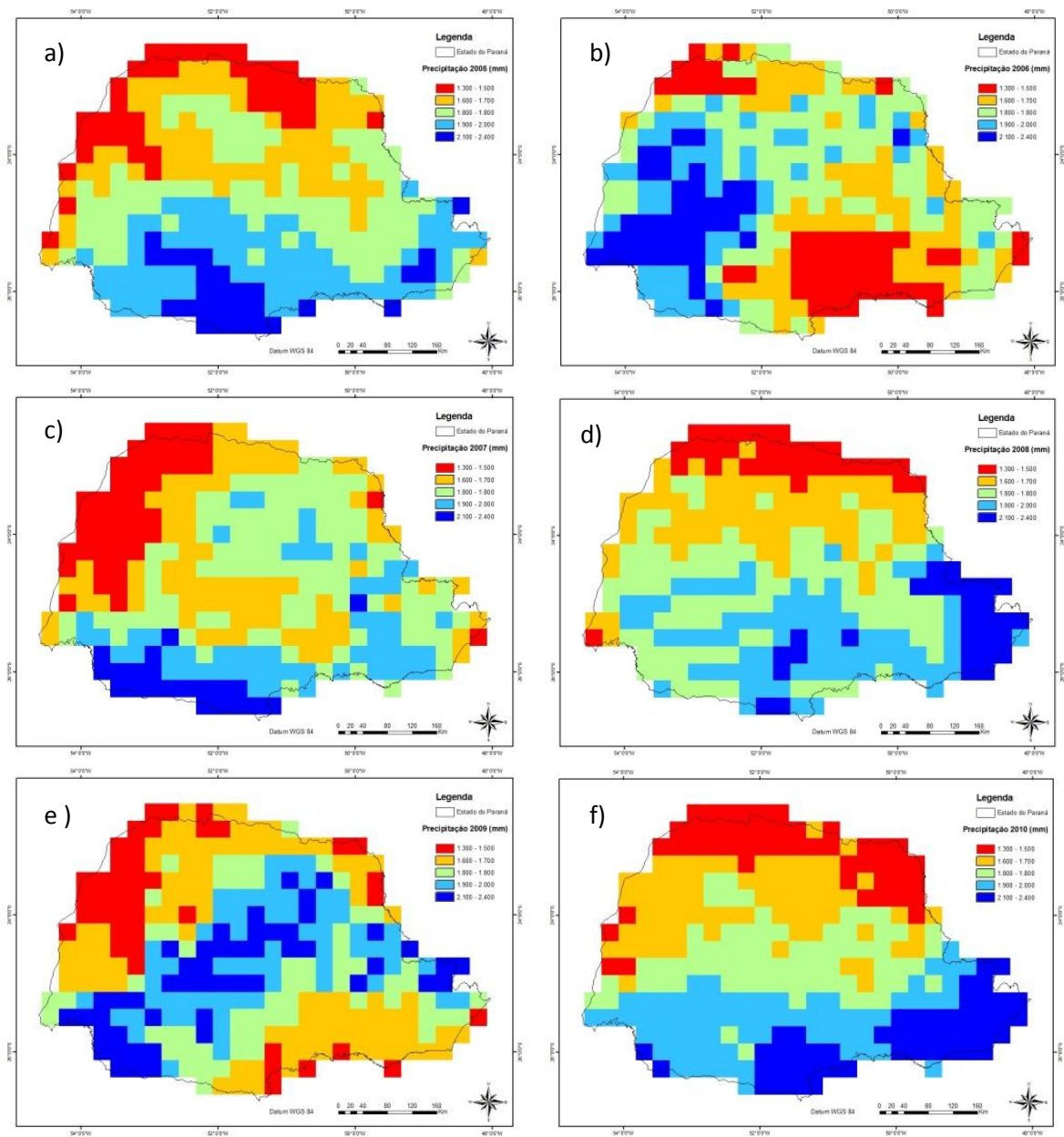


Figura 6. Precipitação Pluvial (mm), estimada pelo satélite TRMM no estado do Paraná, a) 2005, b) 2006, c) 2007, d) 2008, e) 2009 e f) 2010.

#### 4. Conclusão

- O satélite TRMM estimou de forma satisfatória a precipitação pluvial em relação aos dados registrados pelas estações meteorológicas convencionais do SIMEPAR.
- Os dados estimados pelo satélite TRMM podem ser utilizados como uma ferramenta para auxiliar na obtenção de dados pluviométricos, quando ocorrer ausência dessas informações em superfície, para o estado do Paraná.

#### Agradecimentos

A faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da UNICAMP e CAPES

#### 5. Referências Bibliográfica

ARAUJO, G.K.D. **Determinação e mapeamento do início do ciclo para culturas de verão no estado do Paraná por meio de imagens de satélites e dados de precipitação**. 2010. 157 p. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas.

BARDIN, L.; CAMARGO, M.B.P.; BLAIN, G.C.; SILVA, D.F. Comparação entre dados de precipitação pluvial observados em estações meteorológicas e estimados pelo satélite TRMM para a região cafeeira da Mogiana, São Paulo, Brasil. In: XIII REUNIÓN ARGENTINA Y VI LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGÍA, 2010, **Resumos...** Bahia Blanca, Argentina: 2010. p. 144 -145

CAGE, K.S.; WILLIAMS, C.R.; CLARK, W.L.; JOHNSTON, P.E.; CARTER, D.A.; Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) ground validation field campaigns, **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v.19. p. 843-863, 2002

CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O.; PEDRO JR, M.J. ; BARDIN, L. Variabilidade espacial e temporal de dados termopluiométricos diários da rede de estações agrometeorológicas do Instituto Agrônomo (IAC). **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 473-483, 2005

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**, Porto Alegre, v. 59, n. 1. p. 93-99, 2007

DUBREUIL, V.; ARVOR, D.; NÉDÉLEC, V.; MAITELLI, G.T. Comparação entre os dados de TRMM, GOES e SPOT-VGT para a estimativa das chuvas em Mato Grosso. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007.

GARCIA, S.R.; KAYANO, M.T. Início e fim da estação chuvosa na Bacia Amazônica Central: monitoramento com dados de precipitação estimada pelo satélite TRMM. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 2009, Canela. **Resumos...** Canela: 2009. p. 18-21

HUFFMAN, G.J.; ADLER, R.F.; BOLVIN, D.T.; GU, G.; NELKIN, E.J.; BOWMAN, K.P.; STOCKER, E.F.; WOLFF, D.B. **The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear combined-sensor precipitation estimates at fine scales**. p. 3-22 In: Satellite Rainfall Applications for Surface Hydrology. Gebremichael, Mekonnen; Hossain, Faisal (Eds.) 2010, XIII, 327, 128 p.

LEIVAS, J.F.; RIBEIRO, G.G.; SOUZA, M.B.; FILHO, J.R. Análise comparativa entre os dados de precipitação estimados via satélite TRMM e dados observados de superfície em Manaus. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Resumos...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1611-1616

- LIAO, L., MENEGUINI, R., Validation of TRMM Precipitation Radar through comparison of its multiyear measurements with ground-based radar. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**. v.48, p.804-817. 2009
- LYU, C.H.; BARNES, W.L.; Four years of TRMM/VIRS on-orbit calibrations and characterization using lunar models and data from Terra/MODIS. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**. v. 20, p.333 , 2003
- SHORT, D.A.; NAKAMURA, K.; TRMM radar observations of shallow precipitation over the tropical oceans. **American Meteorological Society, Journal Climate**, v.13, p.4107–4124. 2000
- TRMM. Tropical Rainfall Measuring Mission. [http://trmm.gsfc.nasa.gov/data\\_dir/data.html](http://trmm.gsfc.nasa.gov/data_dir/data.html). 05 set. 2010 .
- WILLMOTT, C.J., ACKLESON, S.G.; DAVIS, J.J. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geography Research*. v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.