

Avaliação das Estimativas de Precipitação do satélite TRMM para o Estado de Goiás: uma abordagem climatológica

Sylvia Elaine Marques de Farias¹
Arielle Elias Arantes²
Laerte Guimarães Ferreira Jr.²
Edson Eyji Sano³
Juliana Ramalho Barros¹

¹ Laboratório de Climatologia – CLIMAGEO
Universidade Federal de Goiás – UFG/IESA
Campus II - Samambaia
CEP.: 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil.
sylfarias@gmail.com
Juliana@iesa.ufg.br

² Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento-LAPIG
Universidade Federal de Goiás – UFG/IESA
Campus II – Samambaia
CEP 74001-970 - Goiânia, GO, Brasil.
laerte@iesa.ufg.br
arielle_ioiad@hotmail.com

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA CERRADOS
BR-020, km 18, Cx. Postal 08223, CEP.: 73301-970, Planaltina – DF, Brasil
sano@cpac.embrapa.br

Abstract: Precipitation is one of the most important climatological parameters regarding the socio-economic well-being of a region, although it is one of the most difficult parameter to measure due to its high spatial-temporal variability. In fact, ground precipitation stations in Brazil are few and badly distributed, particularly in the northern and central regions of Brazil, and as such, satellite data can prove to be instrumental. Within this context, this study seeks to evaluate the accumulated monthly precipitation data obtained from the satellite TRMM (algorithm 3B43), comparatively to ground station data obtained from ANA (National Water Agency) for the state of Goiás, for the period of 2000 to 2007. For that, precipitation data from TRMM was extracted over each ground station and a mean accumulated monthly precipitation was obtained for each year from 2000 to 2007 and for each source (satellite and ground data). The analyses showed that the estimated satellite rainfall data accompanied well the variation in rainfall, according to the climate of Goiás. The correlations between monthly precipitations were higher for the intermediary months in the rainy period (October to April) ($r = 0,80$ for February) and for the dry period (May to September) ($r = 0,85$ in July). An annual analysis showed that the year 2006 was atypical. For each year and for most months of the year, with the exception of January, the data from TRMM tended to superestimate the precipitation amount over Goiás.

Key-words: precipitation, TRMM, climatology

1. Introdução

A precipitação é um dos parâmetros climatológicos mais importantes para o estabelecimento do bem estar socioeconômico e ambiental de uma região. Aliado a isso, é um dos parâmetros atmosféricos mais difíceis de ser medido dado a sua alta variabilidade espaço-temporal, particularmente sobre as regiões tropicais. Nestes locais, a precipitação é um importante indicador da qualidade de vida, assim como é fator preponderante para análise do ambiente, gerenciamento de recursos hídricos e das atividades econômicas. Todavia, a má distribuição de pluviômetros sobre o continente e a relativa falta de dados sobre o oceano tem

limitado a utilização e o conhecimento sobre a precipitação para fins de análise na região tropical.

Sob esta perspectiva, foram propostas várias técnicas para se estimar a precipitação sobre regiões tropicais. A parceria entre a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) desenvolveram um programa com o objetivo de avaliar e melhorar a observação da precipitação e a condensação sobre os trópicos e sub trópicos ao longo do globo (Kumerow et al., 1998, Kumerow, 2000). Ao longo dos anos, os sensores e algoritmos do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) vêm sendo calibrados e aperfeiçoados. Atualmente, o algoritmo 3B43 (Viana, et. al., 2010; Fleming et. al., 2011) vem corroborar com a melhoria das estimativas de precipitação sobre a região tropical por meio da utilização de dados de acúmulo mensal de chuva do *Global Precipitation Climatological Center* (GPCP). Tal monitoramento (algoritmo 3B43) vem sendo avaliado com dados reais de precipitação, através de informações da rede pluviométricas na América do Sul (Rozante et. al., 2010), Bacias Hidrográficas (Collischonn, et. al., 2007; Nóbrega, et. al., 2008), sobre áreas desmatadas (Oliveira e Angelis, 2010).

O desenvolvimento de estimativas de precipitação por satélite permitiu preencher uma lacuna deixada pela rede convencional de pluviometria, não somente provendo informações em regiões onde é esparsa ou inexistente, como também possibilitando informações mais refinadas. De forma geral, a distribuição e a densidade da rede pluviométrica é desigual no Brasil, particularmente na região central e norte do país. Se considerarmos o bioma Cerrado é mais evidente a má distribuição da rede pluviométrica, principalmente sobre a parte central e norte do bioma.

1.1 Objetivos

Devido à representatividade do estado de Goiás no bioma Cerrado, este estudo busca avaliar a variação da precipitação acumulada mensal, de 2000 a 2007, para Goiás, através da comparação dos dados de precipitação provenientes do satélite TRMM (algoritmo 3B43) e dados pluviométricos medidos em campo da rede de estações pluviométricas da Agencia Nacional de Aguas (ANA).

2. Metodologia

2.1 – Área de Estudo

O bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (25% do território nacional), estendendo-se por uma área de 2.045.064 km² latitudinalmente e longitudinalmente no interior do Brasil, desde a região subtropical a região tropical. Em decorrência disso, o regime de precipitação é complexo e varia no tempo e no espaço, em função dos sistemas de tempo na América do Sul (Reboita et. al., 2010). Os índices pluviométricos permitem delimitar duas estações bem definidas, uma seca (Abril a Setembro) e outra chuvosa (Outubro a Março). Dentre os principais sistemas de atmosféricos atuantes sobre a região destacam-se: o Anticiclone do Atlântico Sul (responsável pelo regime de chuva em grande parte do Cerrado); a Massa Tropical Continental (em condições de baixa pressão é responsável pelos veranicos); A Massa Polar Atlântica (exerce influencia na região Centro-Oeste durante todo o ano, como maior frequência no inverno), a variação espacial da Alta da Bolívia interagindo com a Baixa do Chaco, responsável pelo mecanismo da estação chuvosa na parte central do Brasil e a Zona de Convergência de Umidade do Atlântico Sul (ZACAS) (Reboita et. al., 2010; Walter e Ribeiro, 2008; Silva et. al., 2008). Esta sazonalidade, associada ao complexo regime de precipitação, possibilita variações significativas na paisagem e altos índices de biodiversidade e endemismo.

A extensão territorial do Cerrado abrange oito estados brasileiros: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins, Distrito Federal e Goiás. O Estado de Goiás é o único estado integralmente inserido na região central do bioma Cerrado, representando as variações das fitofisionomias do bioma, assim como as modificações na cobertura do solo resultantes da atuação antrópica (Figura 1).

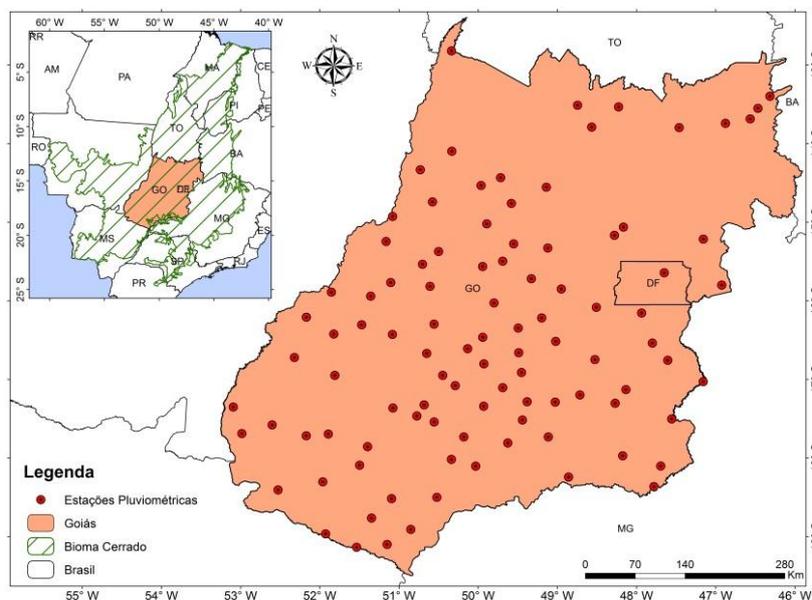


Figura 1. Localização do estado de Goiás no Brasil e no bioma Cerrado e distribuição das estações pluviométricas em Goiás

2.2 – Dados e Método

Os dados diários de precipitação para Goiás foram obtidos da rede de estações da ANA (Agência Nacional de Águas) para o período de 2000 a 2007. Os anos de 2000 e 2001 tiveram 94 estações com dados pluviométricos, enquanto para os anos restantes houve um total de 100 estações. Com base na localização (latitude e longitude) das estações pluviométricas, foi extraído os valores de acumulados mensais de precipitação do satélite TRMM para o mesmo período de oito anos.

Para comparar os dados de precipitação medidos em campo (observações) com os dados do produto 3B43 do satélite TRMM, as series de dados pluviométricos diários foram transformadas em totais mensais para cada estação pluviométrica. Posteriormente, foi calculada a média mensal para cada ano de 2000 a 2007 de todas as estações inseridas em Goiás para os dados pluviométricos e satelitários, as quais foram avaliadas por meio da Correlação de Pearson. A partir da média mensal para cada ano, gerou-se gráficos mostrando a variação da precipitação em Goiás, segundo as duas fontes distintas de dados.

Com relação as variações mensais, para cada estação, obteve-se a média para cada mês durante o período de oito anos, com o intuito de avaliar o comportamento mensal de cada estação comparativamente aos dados estimados pelo satélite TRMM.

3. Resultados e Discussão

Os resultados a seguir mostram as avaliações entre a precipitação estimada por satélite (TRMM – 3B43) e a precipitação proveniente da rede pluviométrica no Estado de Goiás. Como pode ser observado nas figuras de dispersão e nos valores de correlação, há uma tendência do TRMM superestimar os valores de precipitação nos meses secos, com apenas 0 a 20 estações com valores médios de precipitação superior para os dados medidos em campo,

enquanto nos meses chuvosos, mais de 30 estações, para os meses de novembro a abril, (Janeiro tem 86 estações) apresentam valores superiores para os dados medidos em campo (Figura 2). Os meses secos foram os que apresentaram as maiores e menores correlações, com valores de correlação máximo ($r = 0,85$) em Julho (Figura 2G) e mínimo ($r = 0,20$) em Maio (Figura 2E). O mês de maio foi o que apresentou a menor correlação, ou seja, o que apresentou maiores diferenças entre as duas fontes de dados para todas as estações. Neste mês os dados de precipitação média extraídos do TRMM foram significativamente maiores comparativamente aos dados pluviométricos.

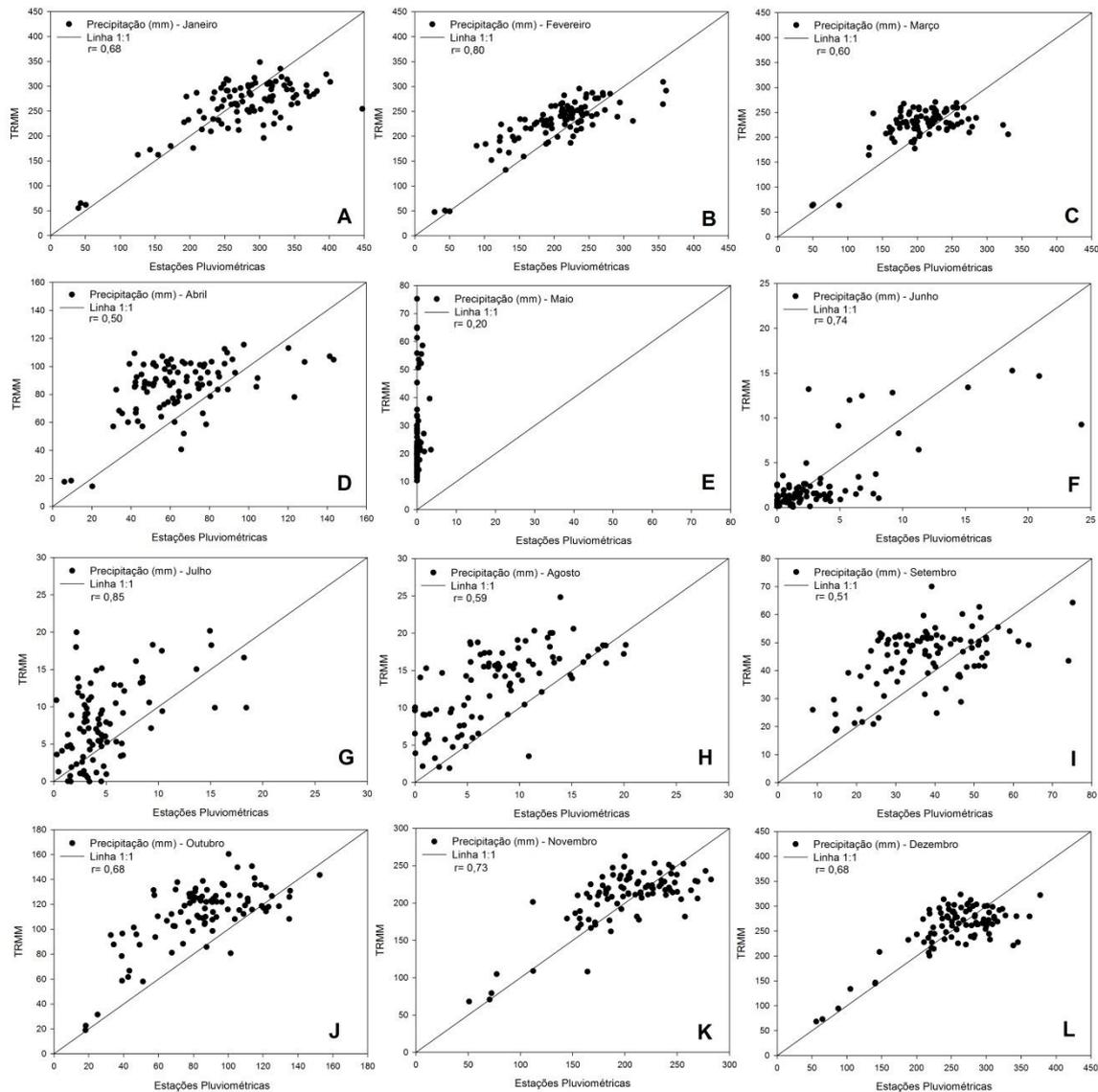


Figura 2. Correlação entre a precipitação mensal estimada pelo satélite TRMM-3B43 e observações terrestre para o período de 2000 a 2007, no Estado de Goiás.

Nos meses chuvosos, as melhores correlações ocorreram para os meses de Fevereiro (0,80) (Figura 2B) e Novembro (0,73) (Figura 2K), sendo estes os meses que marcam o auge (final e início) do período chuvoso. No entanto, os meses de Dezembro e Janeiro, que correspondem as maiores taxas de precipitação, os coeficientes de correlação foram os menores valores deste período ($r = 0,68$). Em Janeiro, pode-se observar que a maior parte das estações pluviométricas no estado de Goiás (86 estações) tiveram valores de precipitação

média para o mês de Janeiro superior para os dados medidos em campo do que dos dados extraídos do TRMM. Neste período, observa-se intensa atividade convectiva sobre a parte central do Bioma, com a presença de vários sistemas atmosféricos sobre a região, como a intensa nebulosidade, caracterizando-se por ocorrência da presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACAS). Considerando-se os meses de transição entre o início (Setembro) e fim (Abril) da estação chuvosa, as correlações foram praticamente iguais ($r = 0,50$).

Na Figura 3 observa-se que o TRMM representa consistentemente a variação da precipitação ao longo do ano em Goiás, quando comparado aos dados das estações pluviométricas. Considerando a correlação dos dados para cada ano, a média da precipitação mensal para o estado de Goiás mostrou uma forte correlação positiva ($r = 0,90$) (Figura 3C e 3E) entre os dados das estações e os dados TRMM para todos os anos, com exceção de 2006 (Figura 3G), que apresentou uma correlação menor ($r = 0,68$). De acordo com o CPTEC/INPE, 2006 foi caracterizado como um ano de El niño fraco, porém com anomalias de precipitação sobre o Centro Oeste do Brasil (Climanálise, 2006). De modo geral, os resultados mostraram que o TRMM-3B43 estima consistentemente a precipitação sobre Goiás.

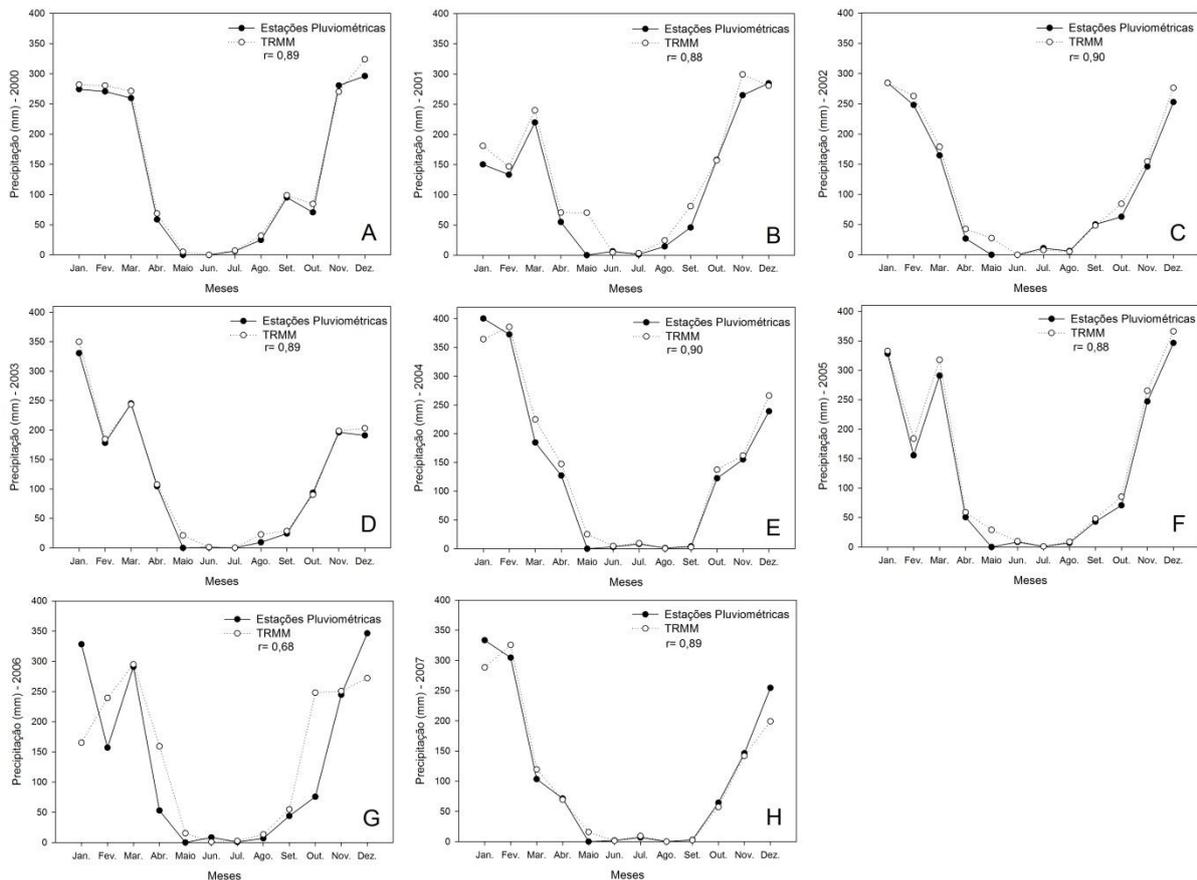


Figura 3. Precipitação mensal média obtida das estações pluviométricas e do satélite TRMM para o estado de Goiás (2000 a 2007)

O ano com a maior quantidade de precipitação no período chuvoso foi 2004, com precipitação acima de 400 mm em Janeiro. Todos os anos tiveram valores de precipitação próximos de zero para os meses de Maio a Agosto. Com relação à variação mensal entre a precipitação, diferenças significativas foram observadas nos meses de Janeiro e Dezembro para 2003 e 2006 (Figura 3D e 3G), caracterizados como os meses mais chuvosos na região, e

no mês de Maio, para os anos de 2001 e 2002 (Figura 3B e 3C), correspondente ao início da estação seca.

Em geral, vários estudos mostram que existe uma tendência do TRMM em superestimar a precipitação sobre o continente, assim como relatam a habilidade do TRMM em estimar períodos seco e chuvoso (Rosante et. al., 2010; Collischonn, et. al., 2007; Nóbrega, et. al., 2008). Tais observações também foram verificadas para o Estado de Goiás. Segundo Rosante et. al. (2010), as estimativas com o 3B42 e 3B42RT superestimaram a precipitação na maior parte do continente, principalmente nos meses de verão e primavera. Todavia, sobre o Nordeste do Brasil ocorreu subestimativa. Tal fato foi associado a deficiência do produto em estimar nuvens quentes sobre a região. Considerando-se bacias hidrográficas, Collischonn, et. al. (2007) avaliaram que as estimativas de precipitação fornecidas pelo TRMM são consistentes e reproduzem com bastante fidelidade o regime de chuvas, confirmando que os dados de precipitação estimados a partir de satélite podem ser uma alternativa eficiente e barata quando comparados a instrumentos de solo, como estações pluviométricas. Para Nóbrega, et. al. (2008) o TRMM é hábil em analisar a variabilidade sazonal, representando de forma satisfatória os períodos secos e chuvosos. Ainda segundo os autores, os dados do TRMM se correlacionam de maneira satisfatória com a rede mais densa de pluviômetros. Da mesma forma, as análises quanto ao algoritmo 3B43 demonstraram alto grau de confiabilidade nas áreas estudadas (Oliveira e Angelis, 2010; Viana, 2010; Fleming et. al., 2011), inclusive em relação à presença nuvens convectivas sobre regiões desmatadas.

4. Conclusão

As análises mostraram que existem boas correlações entre as estimativas de precipitação por satélite (TRMM-3B43) e as observações provenientes da rede de estação pluviométrica para a região central do Cerrado, especificamente para o Estado de Goiás. Os resultados mostraram que as estimativas por satélite são consistentes com as variações mensais da precipitação ao longo do ano, características do perfil climático da região. A correlação entre os totais médios de precipitação estimada e observada para alguns anos foi de 0,90, sendo sempre superiores a 0,65. Tal constatação é relevante, dada à complexidade climática da região mediante a atuação de distintos sistemas meteorológicos, principalmente na estação chuvosa da parte central da América do Sul.

Outro fator relevante quanto ao algoritmo 3B43, que deve ter contribuído para a consistência entre as estimativas e as observações, se deve a sua calibração, considerando os dados de pluviômetros provenientes do GPCP. Sob este aspecto, é recomendado e relevante às estimativas pluviométricas por satélite em regiões onde a rede pluviométrica é escassa ou inexistente. Tais deficiências podem ser suprimidas por dados satelitários, assim como podem auxiliar em estudos climatológicos. Todavia, vale ressaltar que as estimativas por satélite tendem a superestimar a precipitação. Tal fato foi mais relevante durante a época seca na região em estudo. Porém, durante a época chuvosa, as correlações são mais fracas, principalmente durante os meses de Dezembro e Janeiro, os quais são períodos de maior percentual de chuva. Um fator a ser considerado neste caso é a alta nebulosidade, mesmo na ausência de chuva. Conclui-se que os dados do satélite TRMM são consistentes para análises regionais, particularmente para os meses intermediários nos períodos de chuva e seca, como Fevereiro e Julho.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Edital Universal e bolsas PQ IC e PQ II para o terceiro e quarto autores, respectivamente) e da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG). Suporte financeiro para esta pesquisa também foi obtido junto ao *United States National Aeronautics*

and Space Administration (NASA) – Land-Cover and Land-Use Change Program (LCLUC) (NNX11AE56G).

Referências Bibliográficas

Climanálise. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index1106.shtml>>, Acesso em: 16 de novembro de 2012.

Collischonn, B.; Allasia, D.; Collischonn, W.; Tucci, C.E.M. Desempenho do satellite TRMM na estimativa de precipitação. Desempenho do satellite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/01, p. 93-99, 2007.

Fleming, K.; Awange, J.L.; Kuhn, M.; Featherstone, W.E. Evaluating the TRMM 3B43 monthly precipitation product using gridded raingauge data over Australia. **Australian Meteorological and Oceanographic Journal**, v. 61, p.171-184, 2011.

Kummerow, C.; Barnes W.; Kozu, T.; Shiue, J.; Simpson, J. Tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package. **Journal of Atmospheric and oceanic Technology**, v. 15, p. 809-817, 1998.

Kummerow, C.; Simpson, J.; Thiele, O.; Baenes, W. The status of the rainfall measuring mission (TRMM) after two years in orbit. **Journal of Applied Meteorology**. v. 39, p. 1965-1982, 2000.

Nóbrega, R.S.; Souza, E.P.; Galvêncio, J.D. Análise da estimativa de precipitação do TRMM em uma sub-bacia da Amazônia Ocidental. **Revista de Geografia**, v. 25, n.1, p. 6-20, 2008.

Oliveira R. J.; Angelis, C. F. Análise do comportamento de precipitação estimada por satélite sobre áreas de intenso desmatamento na Amazônia Legal. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMet), XVI., 2010, Belém. **Anais** São José dos Campos: INPE, 2010, Artigo, CD-ROM. Disponível em: http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/781_45961.pdf >, Acesso em 05 de nov. 2012.

Reboita, M.; Gan, M., Rocha, R., Ambrizzi, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 25, p. 185-204, 2010.

Rozante, J.R.; Moreira, D.S.; Gonçalves, L.G.G.; Vila, D. Combining TRMM and surface observation of precipitation: technique and validation over South America. **Weather and Forecasting**, p. 885-894, 2010.

Silva, F, A, M.; Assad, E.; Evangelista, B. A. Caracterização climática do Bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (Orgs.) **Cerrado Ecologia e Fauna**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 71-88. 2008.

Viana, D.R.; Ferreira, N.J.; Conforte, J.C. Avaliação das estimativas de precipitação 3B42 e 3B43 do satélite TRMM na Região Sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMet), XVI., 2010, Belém. **Anais** São José dos Campos: INPE, 2010, Artigo, CD-ROM. Disponível em: <http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/787_15704.pdf>, Acesso em 07 de nov. 2012.

Walter, B. M. T.; Ribeiro, J. F. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (Orgs.) **Cerrado Ecologia e Fauna**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 153-221. 2008.