

O IMPACTO DA PRECIPITAÇÃO NA UMIDADE DO SOLO NO NORDESTE BRASILEIRO DURANTE O EPISÓDIO ÚMIDO DE 2004

José Roberto Rozante¹, Saulo Freitas², Alex de A. Fernandes³, Andreza Fogaça Coelho⁴

^{1,2,3,4} Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Nacional de Pesquisas Espaciais, Rod. Presidente Dutra km 40, 12630-000, Cachoeira Paulista, Brasil. Tel.: 12-3186-8538. Fax.: 12-3101-2835. E-mail: rozante@cptec.inpe.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: O conhecimento da distribuição espacial da umidade no solo é de suma importância para a agricultura e pode contribuir muito na otimização do manejo do solo e da água. A determinação da distribuição espacial e temporal da umidade do solo pode ser obtida a partir de modelos numéricos. Neste trabalho foram realizados experimentos com um modelo numérico de estimativa de umidade do solo que utiliza dados de precipitação antecedente estimado via satélite. Devido à deficiência da estimativa de precipitação por satélite na faixa leste do Nordeste brasileiro (chuvas associadas a nuvens quentes), propõe-se neste trabalho a utilização de um conjunto de dados (mais realísticos) que consiste de observações mais a estimativa de precipitação via satélite e comparar os resultados com os obtidos somente com a estimativa via satélite. Os resultados mostram que a utilização de dados de precipitação mais realísticos produziram um impacto considerável nos primeiros 100 centímetros de profundidade.

PALAVRAS-CHAVE: estimativa de precipitação via satélite, umidade do solo, modelos hidrológicos.

ABSTRACT: The determination of the spatial and temporal distribution of soil moisture is very important for the agriculture contributing to the land use and water management. The spatial and temporal distribution of soil humidity can be estimated through numerical prediction models. In this work experiments with a numerical model for soil humidity estimation that uses previous days precipitation estimated via satellite observation were carried out. The use of a more reliable data set composed by an ensemble of observation and satellite retrieval is proposed in order to correct the deficiencies of satellite observation in the eastern zone of the Brazilian Northeast. This approach resulted in a significant impact in the firsts 100 centimeters of deep layers.

KEYWORDS: soil moisture, hydrological model

INTRODUÇÃO: O conhecimento da distribuição de água no solo é de extrema relevância uma vez que a quantidade de água armazenada no solo desempenha um papel fundamental na interação solo-planta-atmosfera. Assim, o conhecimento da quantidade de água é um fator, indispensável para o planejamento do cultivo e determinação de áreas apropriadas para a atividade agrícola. Por outro lado, o conteúdo de água é uma condição inicial para os modelos de previsão de tempo e clima (PNT) e, assim, sua estimativa realística em valor e distribuição espacial constitui um elemento essencial para a qualidade da previsão. O estudo e monitoramento desta variável têm grande relevância nos estudos agrometeorológicos, através da disponibilidade hídrica para culturas, e também tem igual importância para estudos micrometeorológicos e ambientais em geral, devido à umidade do solo ser fator fundamental nas trocas de calor sensível e latente com a atmosfera. Além disso, é uma variável

indispensável para o entendimento de muitos processos hidrológicos que estão envolvidos em uma grande variedade de processos naturais que atuam em diferentes escalas espacial e temporal (Entin et al. 2000; Alvalá et al., 2002). O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da incorporação de dados pluviométricos observados aos de estimativa de precipitação via satélite na estimativa de umidade do solo obtida a partir de um modelo numérico hidrológico. Estimativas de precipitação por satélite possuem várias dificuldades como, por exemplo, subestimativa sobre a faixa leste da região nordeste do Brasil devido a deficiência da detecção de chuvas de nuvens quentes (Gevaerd e Freitas, 2006, GF2006).

MATERIAL E MÉTODOS: A umidade do solo foi obtida através da técnica desenvolvida por GF2006. Nela, a estimativa do conteúdo de água no solo é determinada partindo de dados de precipitação estimada por sensores remotos a bordo do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) aplicados a um modelo hidrológico de multicamadas. Devido à deficiência do TRMM em estimar as chuvas do leste do nordeste brasileiro foram incluídos aos dados do TRMM todos os dados pluviométricos existentes sobre a América do Sul. O modelo foi integrado para o globo todo, no entanto as análises foram realizadas apenas para o nordeste brasileiro. O novo conjunto de dados de precipitação estimada e observada (TRMM+OBS) foi utilizado para integrar o modelo e comparado com um conjunto de dados provenientes apenas do TRMM. A técnica de combinação das observações com a precipitação estimada consiste basicamente em substituir os valores de precipitação estimada (para os pontos onde existem pluviômetros) pela observada, dando um peso maior para as observações, e com isso produzindo um novo produto mais realístico para ser utilizado pelo modelo de umidade do solo.

O período escolhido para a realização do estudo foram os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2006. A escolha deve-se à ocorrência de uma situação anômala de chuvas para região nordeste do Brasil, amplamente estudada em outros trabalhos. Dentro do período escolhido as análises foram separadas em período chuvoso (13 de janeiro a 02 de fevereiro) e seco (09 a 29 de abril).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 mostra a distribuição espacial dos dados incorporados ao TRMM e ao domínio de interesse do estudo (nordeste brasileiro). Nota-se nesta figura uma razoável distribuição espacial, especialmente faixa litorânea do nordeste, onde o TRMM apresenta tendências em subestimar as chuvas. A evolução temporal da média precipitação sobre o nordeste obtida a partir do TRMM e TRMM+OBS é apresentada na Figura 2. Através desta figura podemos observar uma distribuição de chuvas mais intensas no final de janeiro e início de fevereiro e uma diminuição dos índices pluviométricos para o restante do período. Sendo que abril e março constituem os dois meses mais intensos em precipitação durante a estação chuvosa do setor norte desta região. Apesar da alta correlação temporal entre os dois produtos, observam-se maiores valores de precipitação nos resultados referentes ao TRMM+OBS em todo o período analisado.

A média temporal da distribuição espacial da precipitação obtida a partir do TRMM+OBS e TRMM, juntamente com a diferença entre elas para o período chuvoso e seco é apresentada na Figura 3. Nota-se para o período chuvoso uma forte tendência em subestimar (em todo o nordeste) os valores de precipitação por parte do TRMM, principalmente na faixa leste do nordeste, também observadas por GF2006. Já no período seco tanto o TRMM+OBS quanto o TRMM apresentam resultados semelhantes entre si, indicando chuvas no norte da região, porém ainda faixa litorânea ainda pode-se observar ligeira subestimativa por parte do TRMM.

O impacto do conteúdo de água no solo estimado pelo modelo de umidade do solo é discutido a seguir. O modelo prognostica a umidade volumétrica ($\text{mm}^3 \text{mm}^{-3}$) em 8 níveis de camadas do solo (0.025, 0.09, 0.19, 0.375, 0.75, 1.375, 2.125 e 3.25 metros), sendo que as

diferenças mais significativas aparecem nos 5 níveis mais próximos a superfície (Figura 4). A Figura 4 mostra a média espacial (sobre o nordeste) e temporal (todo o período) do perfil vertical da umidade do solo. Nota-se nesta figura um grande impacto com o uso estimativa de precipitação TRMM+OBS, principalmente nos primeiros 100 centímetros de profundidade, com a condição do solo estando aproximadamente 50% muito mais úmido. A média temporal da umidade do solo integrada nos 5 primeiros níveis mais próximos a superfície para o período chuvoso e seco e suas respectivas diferenças é mostrada na Figura 5. Através desta figura podemos observar que tanto no período chuvoso quanto no seco os valores de umidade obtidos a partir do TRMM+OBS são mais elevados, principalmente na faixa leste do nordeste durante o período seco, coerentemente refletindo a condição de precipitação.

A evolução temporal do conteúdo de umidade do solo nas 8 camadas do modelo (apresentadas em médias espaciais sobre a região do nordeste) é a apresentada na Figura 6. Nas camadas mais próximas da superfície, a umidade é altamente correlacionada com eventos de precipitação, ocasionando rápida recarga do solo, como esperado. Para camadas mais profundas, a recarga também acontece porém numa escala de tempo defasada da ocorrência dos eventos de precipitação e está associada ao lento transporte de água dentro do solo. Interessante notar que no caso do uso da precipitação TRMM, a quantidade de água infiltrada não é suficiente para a recarga dos níveis mais profundos, com estes apresentando um contínuo processo de perda de água mesmo durante o transcorrer da estação chuvosa. Usando a precipitação TRMM + OBS, a situação se reverte e parece ser mais realista.

CONCLUSÕES: Foi utilizada e testada uma nova metodologia que permite gerar estimativas mais realísticas de precipitação em escala regional, que podem ser utilizadas como condição de contorno superior de fluxo de água em modelos de umidade do solo e/ou hidrológicos, bem como para avaliação de parametrizações convectivas de modelos atmosféricos.

Concluiu-se que o modelo de umidade do solo respondeu consistentemente às mudanças impostas ao campo de precipitação, apresentado intensa sensibilidade. Desta forma, a busca de estimativas mais realísticas da precipitação devem ser buscadas e utilizadas para o prognóstico da umidade do solo. O estudo do impacto na previsão das propriedades da camada limite planetária e seu posterior impacto na precipitação em escala de tempo, serão conduzidos e devem mostrar ganho de desempenho para os modelos de PNT. Por fim, as constatações a respeito da performance do TRMM sobre o leste do nordeste realizadas por Gevaerd e Freitas 2006 também foram verificadas neste estudo.

AGRADECIMENTOS: Ao grupo do IO/DOP – CPTEC/INPE e Solange Silva Souza

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVALÁ, R. C. S.; et al. Intradiurnal and seasonal variability of soil temperature, heat flux, soil moisture content, and thermal properties under forest and pasture in Rondônia. **Journal of Geophysical Research - Atmospheres**, v. 107, p. 10-1-10-20, 2002.

ENTIN, J. K., et al. Temporal and spatial scales of observed soil moisture variations in the extratropics. **Journal of Geophysical Research**. v. 105, n. D9, p. 11865-11877, May, 2000.

GEVAERD, R. e S. R. FREITAS, Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera. Parte I: Descrição da metodologia e validação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, *Revista Brasileira de Meteorologia*, 21, 3a, 59-73, 2006.

MORAES, J. C.; COSTA, J. de P. R.; ROCHA, E. J. P. e SILVA, I. M. O. **Estudos hidrometeorológicos na Bacia do rio Caxiuanã**. In: Lisboa, P. L. B. (org). CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p. 85-95, 1997.

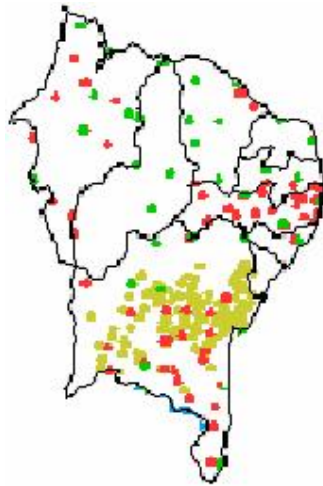


Figura 1: Distribuição espacial dos pluviômetros utilizado no estudo e o domínio de interesse

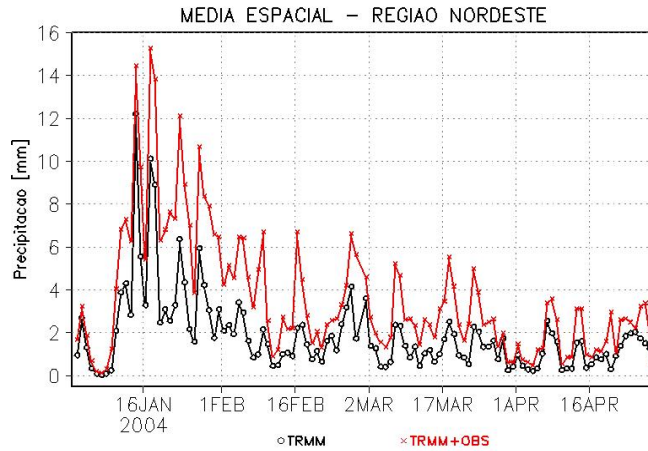


Figura 2: Evolução temporal da média sobre o nordeste do Brasil da precipitação obtida a partir do TRMM (preto) e TRMM+OBS(vermelho).

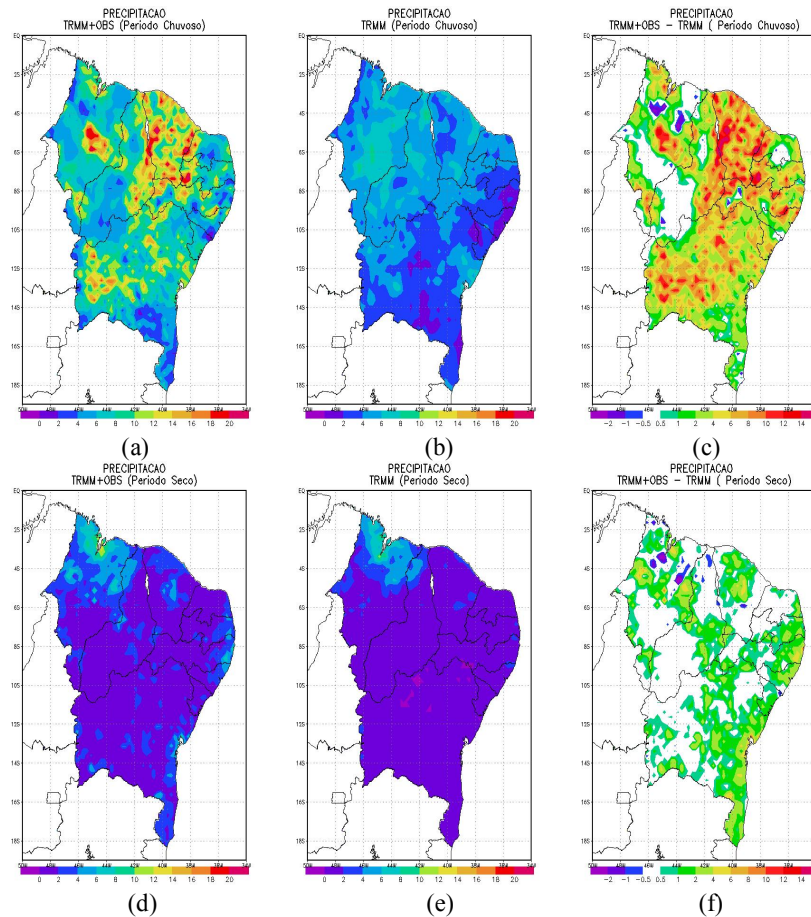


Figura 3: Média temporal da distribuição espacial da precipitação obtida a partir do TRMM+OBS (a, d) e TRMM (b, e), juntamente com a diferença entre elas (c, f) para o período chuvoso (a, b, c) e seco (d, e, f).

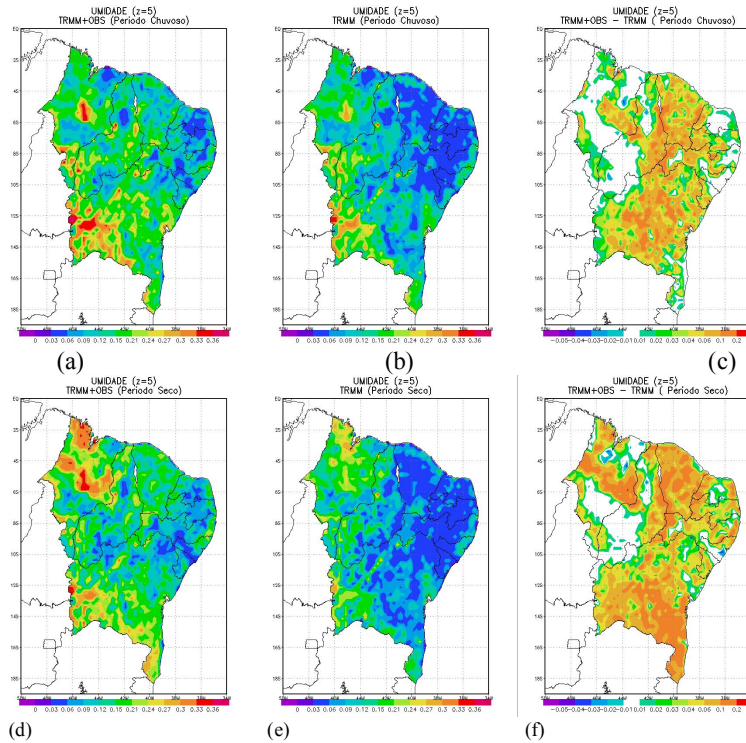


Figura 5: Média temporal da umidade do solo integrada nos 5 primeiros níveis mais próximos a superfície para o TRMM+OBS (a,d) e TRMM (b,e) período chuvoso (a,b,c) e seco (d,e,f) e suas respectivas diferenças (d,f).

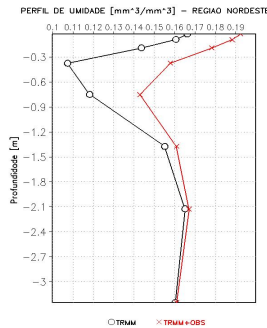


Figura 4: Média espacial (sobre o nordeste) e temporal (todo o período) do perfil vertical de umidade do solo obtidos a partir da precipitação do TRMM+OBS(vermelho) e TRMM(preto).

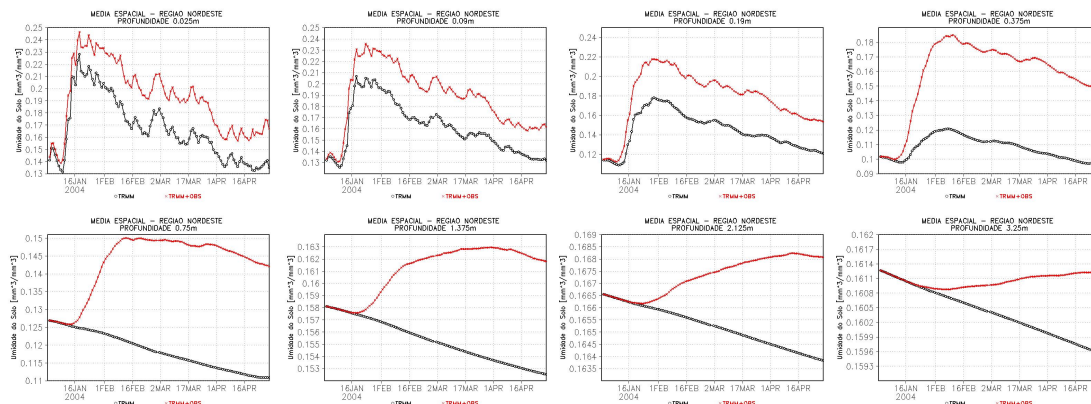


Figura 6: Média espacial da umidade do solo sobre a região nordeste para os 8 níveis de profundidade (0.025, 0.09, 0.19, 0.375, 0.75, 1.375, 2.125 e 3.25 metros) obtidos a partir do TRMM+OBS (vermelho) e TRMM (preto).