

SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA NA BACIA DO RIO JAPARATUBA A PARTIR DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO OBTIDOS VIA SENSORIAMENTO REMOTO

**MARCUS AURÉLIO SOARES CRUZ; RICARDO DE ARAGÃO;
LEONARDO TEIXEIRA ROCHA; JULIO ROBERTO ARAUJO DE AMO-
RIM; PAULO VINÍCIUS MELO DA MOTA**

RESUMO

Os produtos fornecidos pelo radar a bordo do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) têm sido largamente aplicados em estudos no Brasil, no entanto ainda há poucos resultados sobre a sua aplicabilidade para simulação hidrológica em bacias de médio porte situadas na região Nordeste do país, caracterizada por um regime muito irregular de distribuição temporal e espacial das chuvas. Assim este estudo objetivou avaliar a qualidade dos dados de precipitação fornecidos pelo algoritmo 3B42_V7 do TRMM no contexto de simulação hidrológica chuva-vazão, para a bacia do rio Japaratuba-SE, por meio de calibração automática do modelo WINIPH2, comparada aos dados de precipitação medida em campo. As precipitações provenientes do TRMM mostraram bom potencial para utilização em simulações hidrológicas na bacia do rio Japaratuba, principalmente utilizando as precipitações médias nas escalas temporais de dez dias e mensal.

Termos para indexação: TRMM, modelagem hidrológica, calibração.

HYDROLOGICAL MODELING IN JAPARATUBA RIVER BASIN USING REMOTE SENSING PRECIPITATION DATA

ABSTRACT

The products from the radar on board the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite has been widely applied in studies in Brazil, however there are few results on their applicability for hydrologic modeling in medium-sized basins located in the Northeast region of the country, characterized by irregular temporal and spatial distribution of rainfall. So this study aimed to evaluate the quality of rainfall data provided by 3B42_V7 algorithm, from the TRMM satellite in the context of hydrologic modeling for the Japaratuba river basin, in Sergipe state, using automatic calibration within WINIPH2 model, comparing to precipitation data measured in the field. The data from TRMM showed good potential for use in hydrologic simulations in the Japaratuba river basin, mainly the average rainfall in the time scales of ten days and monthly.

Index terms: TRMM, hydrologic modelling, calibration.

INTRODUÇÃO

A compreensão da variabilidade espacial da precipitação em determinada região é essencial, uma vez que seu padrão interanual e sazonal é crucial para a agricultura e para diversos setores da economia (FAO, 2015). Visando contornar a carência de estações meteorológicas sobre grandes áreas, os hidrólogos do mundo inteiro têm desenvolvido técnicas alternativas para a estimativa dos valores de precipitação, dentre essas técnicas podem-se destacar as imagens de satélite (COLLISCHONN et al., 2007). Estimativas de precipitação a partir de sensores remotos e interpolações de dados de campo vêm sendo desenvolvidas por meio de diversos projetos no planeta. Esses produtos estão em constante melhoramento à medida que surgem novas técnicas de obtenção e correção da informação final. Os produtos fornecidos pelo radar a bordo do satélite TRMM têm sido largamente aplicados em estudos no Brasil (PEREIRA et al., 2013), no entanto ainda há poucos resultados sobre a sua aplicabilidade para simulação hidrológica em bacias de médio porte situadas na região Nordeste do país, caracterizada por um regime muito irregular de distribuição temporal e espacial das chuvas (SILVA et al., 2011). Assim este estudo objetivou avaliar a qualidade dos dados de precipitação fornecidos pelo algoritmo 3B42_V7 do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) no contexto de simulação hidrológica chuva-vazão, para a bacia do Rio Japaratuba, SE.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Japaratuba está totalmente inserida no Estado de Sergipe, localizada nas coordenadas geográficas ($10^{\circ}13'00''$ e $10^{\circ}47'00''$ de latitude Sul e $36^{\circ}48'00''$ e $37^{\circ}19'00''$ de longitude oeste). A bacia possui uma área de 1.685 km^2 (Figura 1). A população de cerca de 200 mil pessoas está dividida entre 62,4% na área urbana e 37,6% na área rural (ARAGÃO et al., 2013). O período chuvoso na bacia encon-

tra-se assim descrito: litoral úmido (precipitação média de 1.000 mm a 1.400 mm; período chuvoso entre abril e agosto), agreste (de 700 mm a 900 mm; entre abril e agosto), semiárido (de 400 mm a 700 mm; entre janeiro e maio). Na bacia do Rio Japaratuba, predominam os solos do tipo Argissolos (cerca de 75% da área da bacia), seguidos por Latossolos, Neossolos flúvicos e Vertissolos. O uso e cobertura da terra é, predominantemente, caracterizado pela presença de atividades agrícolas, com destaque para pastagens (cerca de 50% da área da bacia) e culturas agrícolas (cana-de-açúcar, milho e fruteiras, com cerca de 25% da área). Além destas registram-se atividades de mineração (petróleo e potássio). Os dados de vazão observadas (QO) são provenientes da estação fluviométrica Japaratuba (Cód. 50040000, área contribuinte de 735 km²) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014) e estes foram comparados com as simuladas (QE) pelo modelo chuva-vazão WINIPH2 (BRAVO et al., 2009) após calibração automática dos seus parâmetros, considerando as precipitações observadas (PO) provenientes das estações Capela (Cód. 1037078), Fazenda Cajueiro (Cód. 1036063) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014) e Aquidabã (Cód. 31782) (INPE, 2014), pontualmente (Cenário C1) e pela média (Cenário C3) bem como os valores de PE (TRMM) pontualmente (Cenário C2) e média (Cenário C4), em 3 escalas temporais: diária, dez dias (decendial) e mensal. Foi utilizado o período de 1998 a 2013. Os dados de precipitação diária estimada (PE) foram obtidos a partir do satélite TRMM, produto 3B42 na versão 7, fornecidos pela National Aeronautics and Space Administration (ESTADOS UNIDOS, 2014). O processo completo de detalhamento dos dados e do algoritmo para sua obtenção pode ser visualizado em <http://trmm.gsfc.nasa.gov/3b42.html>. A avaliação da qualidade das estimativas de QE foi realizada por meio dos seguintes coeficientes já consagrados na literatura: o índice de correlação de Pearson (r), o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) e o erro percentual médio de volume (EV) (MORIASI et al., 2007).

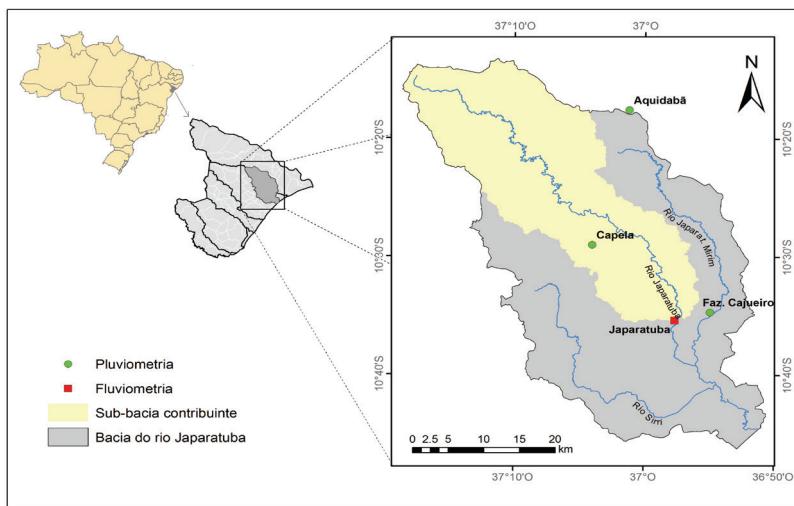


Figura 1. Localização das estações de monitoramento de precipitação e de vazão na bacia do Rio Japaratuba. Em destaque a estação fluviométrica Japaratuba e sua área contribuinte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os cenários de precipitações pontuais (C1 e C2) e de médias (C3 e C4), considerando a escala diária, os coeficientes r e NS, apresentam valores abaixo do aceitável ($r < 0,7$ e $NS < 0,5$) (Tabela 1). Já EV apresenta um comportamento dentro dos limites aceitáveis ($\pm 25\%$). Tais resultados corroboram a afirmação de que os dados remotos de precipitação têm potencial para estudos hidrológicos, uma vez que os modelos tendem a compensar as diferenças (NÓBREGA et al., 2008; PEREIRA et al., 2013). Assim, o desempenho dos dados de satélite (C2) superaram os dados pontuais na escala diária, com NS, 0,40; r , 0,65 e EV -6,86; todos melhores que os obtidos para C1. Para dez dias, a precipitação utilizada em C1 levou a um melhor desempenho que a de C2, para NS (0,78) e r (0,89). Apenas para EV a simulação com dados de satélite foi melhor, no entanto o valor para C1 também pode ser considerado muito bom (-2,94%). Na escala mensal os valores de coeficientes NS e r são melhores que os encontrados na escala decenal. Ressalte-se que os valores

dos coeficientes obtidos nessa escala foram muito bons tanto para C1 ($NS = 0,84$ e $R = 0,93$) como para C2 ($NS = 0,60$ e $R = 0,79$). Assim, há indicativo da possibilidade de uso dos dados remotos na escala de dez dias e mensal. EV para ambos mostrou aumento, com C1 em valor superior (subestimado em 15,29%) a C2 (superestimado 14,43%). Tal resultado indica a necessidade de estudos quanto à seleção da função objetivo no processo de otimização automática para calibração, avaliando, por exemplo, o uso de técnicas de análise multiobjetivo, que considere também volumes (BRAVO et al., 2009).

Tabela 1. Indicadores de qualidade das estimativas dos valores de QE versus QO para diferentes cenários na bacia do rio Japaratuba nas escalas diária, decendial e mensal.

Escala temporal	Indicador	Cenário de precipitação utilizados na simulação			
		C1	C2	C3	C4
Diária	r	0,55	0,65	0,54	0,69
	NS	0,29	0,40	0,29	0,47
	EV	-10,99	-6,86	-7,61	-4,45
Decendial	r	0,89	0,75	0,62	0,76
	NS	0,78	0,56	0,35	0,50
	EV	-2,94	-0,65	11,37	-11,06
Mensal	r	0,93	0,79	0,83	0,84
	NS	0,84	0,60	0,69	0,70
	EV	-15,29	14,43	8,62	-12,10

r – Coef. de Correlação de Pearson; NS – Coeficiente de Nash-Sutcliffe; EV – Erro de Volume Percentual

CONCLUSÕES

As precipitações provenientes do TRMM mostraram bom potencial para utilização em simulações hidrológicas na bacia do rio Japaratuba.

Os dados de precipitação média mostraram melhor comportamento que os dados pontuais.

Recomendam-se aplicações apenas nas escalas temporais de dez dias e mensal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb**: sistemas de informações hidrológicas. [Brasília, DF], 2014. Disponível em: <www.hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 02 jun. 2014.

ARAGÃO, R.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. Análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo SWAT e simulação dos processos hidrossedimentológicos em uma bacia no agreste nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1091-1102, 2013.

BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Verificação da eficiência e eficácia de um algoritmo evolucionário multi-objetivo na calibração automática do modelo hidrológico IPH II. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 3, p. 37-50, 2009.

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**, v. 59, n. 01, p. 93-99, 2007.

ESTADOS UNIDOS. National Aeronautics and Space Administration. **Tropical rainfall measuring mission**. 2014. Disponível em: <<http://trmm.gsfc.nasa.gov>>. Acesso em : 02 jun. 2014.

FAO. **Brazilian agriculture: prospects and challenges**. In: OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. Paris: OECD Publishing, 2015. p. 61-109. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-5-en>. Acesso em: 01 fev. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema Integrado de Dados Ambientais – SINDA**. 2014. Disponível em: <<http://sinda.crn2.inpe.br/>>. Acesso em: 02 Jun. 2014.

MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G.; VAN LIEW, M. W.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D.; VEITH, T. L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **Transaction of ASABE**, v. 50, p. 885-900, 2007.

NÓBREGA, R. S.; SOUZA, E. P.; GALVÍNCIO, J. D. Análise da estimativa de precipitação do TRMM na Sub-Bacia da Amazônia ocidental. **Revista de Geografia**, v. 25, p. 06-20, 2008.

PEREIRA, G.; SILVA, M. E. S.; MORAES, E. C.; CARDozo, F. S. Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 139-148, 2013.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.