

Avaliação da Precisão na Estimativa de Precipitação Obtida por Meio de Sensores Remotos para a Bacia do Rio Japaratuba em Sergipe

Paulo Vinícius Melo da Mota¹, Marcus Aurélio Soares Cruz²

Resumo

Estudos hidrológicos em uma bacia hidrográfica pressupõem uma adequada representação do comportamento espaço-temporal das precipitações sobre toda a sua superfície. As bacias brasileiras ainda apresentam uma baixa cobertura em termos de estações pluviométricas com séries históricas longas, o que aumenta em muito as incertezas associadas às simulações hidrológicas. O sensoriamento remoto vem cada vez mais cobrindo esta lacuna, fornecendo valores de precipitação estimada em diferentes escalas temporal e espacial. Este estudo avaliou a precisão das estimativas de precipitação por meio da análise de correlação estatística entre os dados de precipitação medidos em vários postos pluviométricos na bacia do rio Japaratuba e a informação fornecida pelo satélite TRMM em diferentes escalas temporais. As análises apontam que há melhora nas estimativas em regiões da bacia de maiores precipitações médias anuais, com coeficientes de correlação, para escala decenal, variando de 0,54 a 0,75.

Palavras-chave: precipitação, sensoriamento remoto, análise estatística.

Introdução

A precipitação é sem dúvida uma das variáveis de maior demanda para estudos hidrológicos, tendo em vista a sua importância para as atividades relacionadas ao desenvolvimento de uma região, como agricultura, indústria e serviços urbanos diversos. Segundo Carvalho e Assad (2005), o conhecimento da distribuição espacial da precipitação é relevante no planejamento agrícola, principalmente com relação à instalação de culturas, considerando ainda a

¹ Graduando em Geologia, Bolsista PIBIC/FAPITEC, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, paulovin@live.com.

² Engenheiro-civil, doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, marcus.cruz@embrapa.br

influência nos níveis d'água dos mananciais, conservação do solo e adequado dimensionamento de obras hidráulicas. Muitos problemas estão relacionados ao desenvolvimento de estudos que considerem diferentes escalas temporais, como chuvas mensais e anuais, por exemplo, uma vez que muitas regiões no país não apresentam monitoramento contínuo, seja pela ausência de postos pluviográficos, ou ainda, pela pouca quantidade de anos de registro em virtude de falhas (BERTONI E TUCCI, 2007). Atualmente, o sensoriamento remoto vem fornecendo produtos que permitem a avaliação de componentes do ciclo hidrológico em diversas escalas temporais e espaciais. Dentre estes, destacam-se estimativas de precipitação e evapotranspiração (INPE, 2014). O TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), sigla para a missão e o satélite lançado em 1997 como parte de uma iniciativa conjunta das agências espaciais americana e japonesa, projetado para monitorar e estudar as chuvas tropicais, vem sendo largamente empregado em estudos de hidrologia e clima, uma vez que fornece dados em formato de grade com $0,25^\circ$ de resolução espacial e até 3 horas de intervalo de registro, em seu produto denominado 3B42. Tais dados estão disponíveis em <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> e contém informações desde o ano de 1998 para toda região compreendida entre os paralelos 35° (NASA, 2014). Este trabalho apresenta uma análise de correlação entre dados obtidos a partir do produto TRMM 3B42_v6 e uma série histórica de dados de precipitação com registro diário de dez estações pluviométricas na bacia do rio Japarutuba e proximidades, no estado de Sergipe, buscando contribuir para uma avaliação da viabilidade de utilização destas informações em estudos na região.

Material e Métodos

A bacia do rio Japarutuba localiza-se entre as coordenadas geográficas $37^\circ 19' O$, $10^\circ 13' S$ e $36^\circ 47' O$, $10^\circ 47' S$ sendo a menor bacia principal em extensão territorial, com cerca de 1.700 km^2 , o que representa aproximadamente 7,8% da área do Estado de Sergipe e é totalmente contida pelos limites deste. A bacia do rio Japarutuba, assim como as demais bacias sergipanas, apresenta baixa disponibilidade hídrica, no entanto, suas águas são intensamente utilizadas nas atividades de exploração mineral, principalmente de petróleo/gás e potássio, abastecimento humano e irrigação. A bacia guarda cerca de 6% da população do estado de Sergipe (215.000 habitantes), com aproximadamente 60% vivendo nas parcelas urbanas de municípios como Capela, Japarutuba, Carmópolis, Rosário do Catete e Siriri. A precipitação na bacia apresenta valores anuais médios de 1.270 mm, com cerca de 900 mm/ano na sua porção

extrema noroeste e 1.500 mm/ano junto à sua foz (SEMARH, 2012).

A análise comparativa entre precipitação medida em campo e obtida via sensoriamento remoto utilizou séries históricas de dados diários dos postos listados, na Tabela 1. Os valores do produto TRMM 3B42 foram obtidos a partir do site da NASA em formato binário, sendo desenvolvido um programa em linguagem FORTRAN90 para conversão a ASCII, localização espacial dos centroides da grade, recorte do retângulo envolvente da bacia do rio Japarutuba e estimativa do valor na mesma localização de cada posto por meio de interpolação IQD (Inverso do Quadrado da Distância). Na Figura 1A, é apresentada a localização das estações pluviométricas e da grade do TRMM.

Tabela 1. Postos pluviométricos com influência na bacia do rio Japarutuba considerados no estudo.

Posto	Código	Longitude	Latitude	Gestão	Ano inicial
Aquidabã	2800209	-37.03	-10.26	CPTEC/SEMARH	2005
Capela	2701704	-37.06	-10.50	CPTEC/SEMARH	2005
Cumbe	2801900	-37.23	-10.35	CPTEC/SEMARH	2006
Divina Pastora	2802007	-37.15	-10.66	CPTEC/SEMARH	2006
Feira Nova	2605400	-37.30	-10.25	CPTEC/SEMARH	1998
Japarutuba	2803302	-36.95	-10.60	CPTEC/SEMARH	2006
NS Dores	2804607	-37.20	-10.45	CPTEC/SEMARH	2006
Fazenda Cajueiro	1036063	-36.92	-10.58	ANA	1998
Santa rosa de Lima	1037049	-37.19	-10.65	ANA	1998
St. Amaro das Brotas	2806602	-37.05	-10.78	CPTEC/SEMARH	2005

De posse dos dados diários, foram separados os períodos de registros com datas coincidentes entre o posto e o satélite, tendo em vista que o TRMM fornece dados de precipitação apenas para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2012. Separadas as séries, foi realizado o acúmulo para períodos de dez dias e mensal, resultando em três séries históricas para os dez postos e para o TRMM na localização dos postos: diária, decendial e mensal.

Para avaliação da precisão do satélite, além da análise do erro médio percentual, foram calculados os coeficientes de correlação (r), que pode ser estimado da seguinte forma:

$$r = \frac{\text{Covar}(P_p, P_s)}{\sqrt{\text{Var}(P_p) \cdot \text{Var}(P_s)}} = \frac{\sum(P_p - \bar{P}_p) \cdot (P_s - \bar{P}_s)}{\sqrt{\sum(P_p - \bar{P}_p)^2 \cdot (P_s - \bar{P}_s)^2}}$$

onde P_p é a precipitação registrada no posto, P_s é a precipitação fornecida pelo TRMM em mm, diário, decendial e mensal.

Resultados e Discussão

Os valores médios de precipitação medidos em campo e estimados por sensoriamento remoto estão apresentados na Tabela 2, onde também se encontra o erro percentual da estimativa de precipitação do satélite em relação aos postos. Valores negativos do erro médio percentual indicam que o satélite subestimou o valor registrado em campo, e sinal positivo indica que o valor fornecido pelo satélite foi maior que o registrado em campo. Assim, observando que a precipitação média anual aumenta no sentido dos postos Feira Nova a Santo Amaro das Brotas, verifica-se que houve comportamentos diversos ao analisar as diferentes escalas temporais: para precipitações diárias percebeu-se que não há uma tendência clara de subestimação ou superestimação, ao contrário do que se percebe para dados decendiais e mais ainda para mensais, indicando que os valores estimados pelo satélite tendem a serem maiores que os de campo nos postos localizados em regiões com menor pluviosidade, ocorrendo o inverso nos postos com maiores volumes precipitados. Também as análises não indicaram tendências de comportamento em termos de grandeza do erro cometido nas estimativas, variando de posto para posto. Os erros médios totais na bacia variaram de 13,2 a 18,7% em módulo, considerando as diferentes escalas temporais avaliadas. Observa-se que para os postos com séries mais longas, os erros cometidos foram de maior ordem de grandeza, o que pode indicar uma tendenciosidade a anos úmidos inseridos nos anos disponíveis para análise nos postos com série menor, ao contrário das séries maiores, onde ocorreram períodos secos, em que outros estudos já indicam um maior grau de incerteza na previsão pelo satélite, tendo em vista as menores alturas registradas (MASSAGLI et al., 2011).

Tabela 2. Erro médio percentual na estimativa das precipitações via TRMM considerando valores médios diários, decediais e mensais para os postos na bacia do rio Japarutuba.

Postos	Diário			Decedial			Mensal		
	Posto (mm)	Satélite (mm)	Erro (%)	Posto (mm)	Satélite (mm)	Erro (%)	Posto (mm)	Satélite (mm)	Erro (%)
Feira Nova	29.3	24.7	-15.6	64.0	68.3	6.8	68.3	110.8	62.2
Aquidabã	40.0	38.0	-4.9	73.0	65.6	-10.2	86.4	94.7	8.9
Cumbe	33.4	35.9	7.5	65.9	67.7	2.8	85.3	89.7	5.2
NS Dores	5.1	3.1	-38.3	61.9	62.3	0.6	97.9	100.0	2.1
Capela	36.5	40.5	11.0	72.2	70.5	-2.2	112.4	109.9	-2.1
Fazenda Cajueiro	49.5	35.1	-29.0	118.2	73.5	-37.8	200.3	113.6	-43.3
Japarutuba	33.8	37.3	10.3	74.1	65.9	-11.0	109.2	106.0	-2.9
Santa Rosa de lima	35.9	38.2	6.3	95.6	63.2	-33.9	180.9	116.3	-35.7
Divina Pastora	39.9	39.9	0.1	62.3	63.5	1.9	107.6	100.8	-6.3
St. Amaro das Brotas	34.4	37.3	8.5	84.9	63.0	-25.7	120.2	98.1	-18.6
Valores médios	33.8	33.0	13.2	77.2	66.4	13.3	116.9	104.0	18.7

Os coeficientes de correlação foram estimados para todos os postos nas três séries e estão apresentados nas Figuras 1B, 1C e 1D.

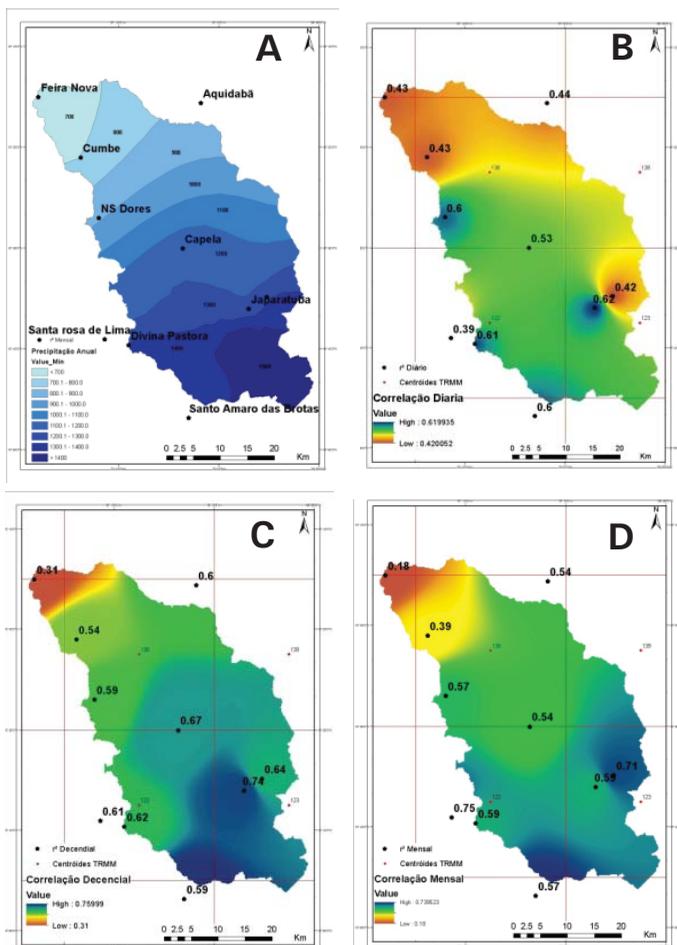


Figura 1. Localização dos postos pluviométricos, da grade TRMM e coeficientes de correlação na bacia do rio Japarutuba. (A) Variação espacial da precipitação média anual; (B) Variação espacial do coeficiente de correlação para precipitação diária; (C) Variação espacial do coeficiente de correlação para precipitação decenal; (D) Variação espacial do coeficiente de correlação para precipitação mensal.

Considerando a variação espacial da precipitação média anual na bacia apresentada na Figura 1A, pode-se observar que a precisão do TRMM aumenta à medida que a precipitação média anual é maior. Tal comportamento reforça a melhor condição do satélite de previsão de valores mais altos de precipitação, em decorrência de seu algoritmo que considera altura e temperatura de topo de nuvens. Para as séries diárias observou-se que o coeficiente de correlação variou de 0,39 a 0,62, com comportamento superior a decendial e mensal na região superior da bacia, onde as precipitações são menores, piorando com relação às demais escalas temporais à medida que as alturas de precipitação anuais aumentam indo em direção ao litoral (foz da bacia). Os coeficientes melhoram sensivelmente na região com maiores precipitações e com aumento da escala temporal, atingindo valores superiores a 0,70 na região próxima ao exutório da bacia. Assim, considerando a escala diária de avaliação, observa-se que áreas com regiões de precipitação anual inferior a 900 mm apresentam correlações mais baixas entre os dados de campo e satélite. Para dados decendiais e mensais as menores correlações ocorreram para regiões de alturas inferiores a 700 mm. Observou-se que para os postos avaliados, a utilização de acumulo da informação do satélite para dez dias apresentou os melhores coeficientes de correlação nas regiões de maiores precipitações, com valores variando de 0,54 a 0,74.

Conclusões

1. As precipitações estimadas pelo satélite TRMM na bacia do rio Japarutuba apresentaram maior precisão na porção central-sul da bacia, onde estão as maiores alturas anuais;
2. O erro médio percentual para diferentes escalas temporais variaram em média de 13, 2 a 18,7% , com subestimação nas regiões de maiores precipitações anuais e superestimação nas de menores alturas;
3. Os coeficientes de correlação mostraram comportamento diverso segundo a localização na bacia e as escalas temporais avaliadas, com melhoria nas regiões centro-sul e para escalas decendiais e mensais, variando de 0,54 a 0,74.

Agradecimentos

À Fapitec/SE pela cedência da bolsa PIBIC ao aluno.

Referências

ANA. **Portal HIDROWEB**. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

BERTONI, J.C., TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: Comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2005.

COLLISCHONN, B.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. **Journal of Hydrology**, v. 360, p. 207-216, 2008.

MASSAGLI, G. O.; VICTORIA, D. C.; ANDRADE, R. C. Comparação entre precipitação medida em estações pluviométricas e estimada pelo satélite TRMM. V CICC. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., **Anais...** Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. Disponível em: < <http://www.cnpm.embrapa.br/ciic/5ciic/anais/Artigos/RE11507.pdf> >. Acesso em: 15 jul. 2014.

NASA. **Tropical Rainfall Measure Mission: Senior Review Proposal**. National Aeronautics and Space Administration. 2007. Disponível em: < <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> >. Acesso em: 24 fev. 2014.

SEMARH. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe**. Aracaju, 2012.