

## **Análise da correlação entre dados de precipitação medidos em campo e estimados por sensoriamento remoto na bacia do rio Japaratuba/SE**

Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>1</sup>; Ricardo de Aragão<sup>2</sup>; Paulo Vinicius Melo da Mota<sup>3</sup>

**RESUMO:** *A precipitação é um fenômeno atmosférico caracterizado pela sua aleatoriedade e variabilidade espaço-temporal. O entendimento da variabilidade espacial da precipitação em uma região ou bacia hidrográfica tem grande importância para as ações ligadas ao planejamento e uso dos recursos hídricos. A baixa cobertura das bacias brasileiras com relação a estações pluviométricas com séries longas mostra-se como um problema para estudos hidrológicos. O sensoriamento remoto vem cada vez mais cobrindo esta lacuna, fornecendo valores de precipitação estimada em diferentes escalas temporal e espacial. Este estudo buscou realizar uma análise da correlação estatística entre os dados de precipitação medidos em um posto na bacia do rio Japaratuba e a informação fornecida pelo satélite TRMM em diferentes escalas temporais.*

**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 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° 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 uma estação na bacia do rio Japaratuba no estado de Sergipe, buscando contribuir para uma avaliação da viabilidade de utilização destas informações em estudos na região.

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju,SE, CEP 49025-040, marcus.cruz@embrapa.br

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, ricardoaragao@yahoo.com

<sup>3</sup> Bolsista PIBIC/FAPITEC Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju,SE, CEP 49025-040, paulovin@live.com - apresentador

## MATERIAIS E MÉTODO

A bacia do rio Japarutuba localiza-se entre as coordenadas geográficas 37°19' O, 10°13' S e 36°47' O, 10°47'S sendo a menor bacia principal em extensão territorial, com cerca de 1.700 km<sup>2</sup>, o que representa aproximadamente 7,8% da área do Estado de Sergipe e é totalmente contida pelos limites deste. O rio Japarutuba tem aproximadamente 92 km de extensão, nasce na Serra da Boa Vista, na divisa entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Pirambu. 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 uma série histórica de dados diários do posto Capela (ANA, 2014), gerenciado pela Agência Nacional de Águas sob o código 01037078, localizada nas coordenadas 10° 29' S e 37° 4" O, com registros no período de janeiro de 1983 a setembro de 2013. Os valores do produto TRMM 3B42 foram baixados 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 do posto Capela por meio de interpolação IQD (Inverso do Quadrado da Distância). Na figura 1 é apresentada a localização da estação e da grade do TRMM.

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 para comparação, foi realizado o acúmulo para períodos de dez dias e mensal, resultando em três séries históricas para o posto e três para o TRMM: diária, decendial e mensal.

Para avaliação da precisão do satélite, foi selecionado o coeficiente de correlação ( $r$ ), que é 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.

Para permitir uma avaliação da influência da quantidade de chuva na precisão da estimativa do TRMM, além de determinar o coeficiente de correlação para as séries completas, foi também calculado para os quartis (Q1, Q2, Q3 e Q4), que representam os valores correspondentes a 25%, 50% (mediana), 75% e 100% de cada uma das séries históricas do posto Capela.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores estatísticos calculados para as séries estudadas estão mostrados na Tabela 1. Observam-se diferenças consideráveis entre os parâmetros considerando posto e satélite, com valores médios dos postos sempre superiores aos obtidos das séries do TRMM, indicando uma possível subestimação neste posto. No entanto, considerando valores diários, o satélite apresentou maior valor máximo (Q4), não verificado nas demais durações, assim como nos demais quartis.

Os coeficientes de correlação calculados estão resumidos na Tabela 2. Neste contexto, pode-se observar que a precisão do satélite na estimativa da precipitação no posto Capela, considerando todos os quartis e a série completa variou bastante, apresentando valores extremamente baixos nos intervalos dos quartis Q1, Q2 e Q3, principalmente para a escala

temporal diária de análise, indicando que o satélite teve pouca condição de previsão das alturas registradas no posto Capela para as chuvas menores que 8,7 mm, por exemplo (valor de Q3 diário). Para os valores superiores a Q3, verificou-se melhora significativa nos valores de correlação, com o mínimo de  $r = 0,405$  nos valores diários, chegando a 0,571 na escala mensal. 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. Considerando as séries completas, pode-se verificar uma boa condição de uso das precipitações estimadas pelo satélite TRMM para estudos que considerem dados decendiais ( $r = 0,593$ ), melhorando ainda mais para a escala mensal ( $r = 0,668$ ). Tal comportamento também já foi verificado em outros estudos em outras regiões do Brasil, como aqueles realizados por Collischonn (2008) e Massagli et al.(2011).

## CONCLUSÕES

1. As estimativas de precipitação realizadas pelo satélite TRMM mostraram correlação de média a boa com os dados de campo do posto Capela considerando os períodos decendial e mensal;
2. A utilização do TRMM para dados diários requer muita ressalva, em virtude da baixa correlação verificada;
3. As estimativas por satélite mostraram-se melhores para os valores mais altos de precipitação em todas as escalas temporais;
4. O estudo pode ser ampliado para outras estações em outras bacias de Sergipe visando mapear a viabilidade de uso dos dados do TRMM.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Portal HIDROWEB**. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 24 de 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**, 360, 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. **Anais**. Campinas, SP.2011.

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

SEMARH. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. 2012.

UDA, P.K.; CORSEUILL, C.W.; KOBAYAMA, M.; SILVA, F.V. Análise da evapotranspiração real diária para diferentes usos e coberturas do solo da bacia do rio Negrinho – SC por meio do modelo SEBAL e imagens ASTER. XVI SBSR. **Anais**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE.

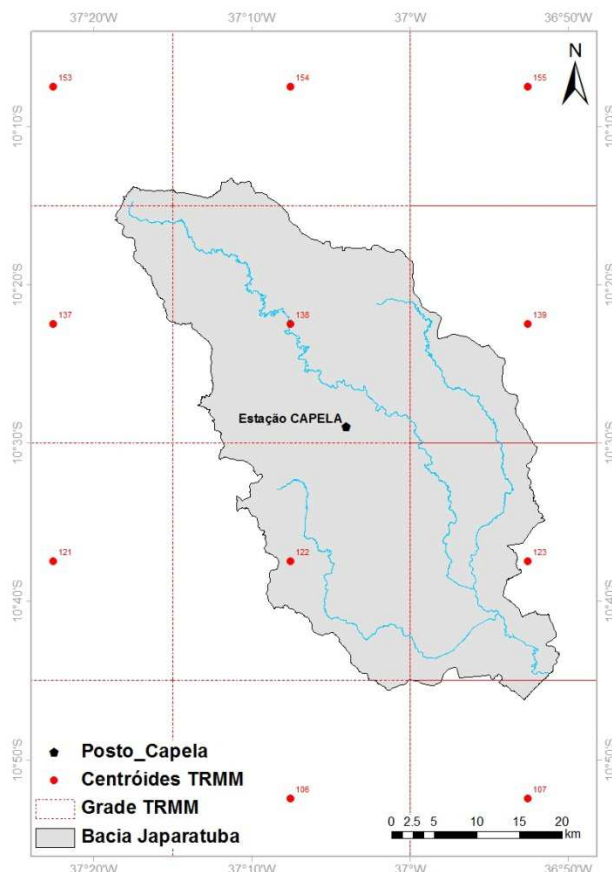


Figura 1 – Localização da estação Capela e da grade do TRMM na bacia do rio Japarutuba

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos básicos para as séries históricas de precipitação com datas coincidentes entre o posto Capela e o satélite TRMM\_3B42.

Escala Temporal	Diária		Decenal		Mensal	
	Posto	Satélite	Posto	Satélite	Posto	Satélite
Quantidade	1842	1842	3038	3038	984	984
Média	7,57	3,21	33,22	18,34	100,98	55,53
Desv. Padrão	11,67	12,10	41,82	35,32	91,14	69,54
Coef. Var.	1,54	3,77	1,26	1,93	0,90	1,25
Quartil 1	1,20	0,00	3,60	0,37	29,00	9,68
Quartil 2	3,60	0,00	19,20	4,07	76,95	31,52
Quartil 3	8,70	0,71	47,50	18,41	152,93	73,47
Quartil 4	132,20	156,09	372,90	318,26	517,60	436,32

Tabela 2 – Valores de  $r$  calculados entre dados de precipitação registrados no posto Capela e estimados pelo TRMM\_3B42 para diferentes escalas temporais e faixas de precipitação

Intervalo de precipitação	Coeficiente de correlação ( $r$ )		
	Diária	Decenal	Mensal
$P_p < Q_1$	-0,010	0,117	0,302
$Q_1 < P_p < Q_2$	-0,016	0,118	0,212
$Q_2 < P_p < Q_3$	0,025	0,013	0,086
$Q_3 < P_p < Q_4$	0,405	0,522	0,571
Séries completas	0,383	0,593	0,668