

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA EQUAÇÃO IDF A PARTIR DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA UM MUNICÍPIO NO SUL DA BAHIA

Lorena Lima Ferraz<sup>1</sup>

Juliana Rocha Duarte Neves<sup>2</sup>

Lorena Souza da Silva<sup>3</sup>

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

### Resumo

Para o dimensionamento de sistemas de drenagem de águas pluviais e diversas outras obras hidráulicas é necessário o conhecimento da relação intensidade-duração-frequência da precipitação, o que garantirá projetos seguros e economicamente viáveis. O presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho da equação IDF estimada a partir de dados provenientes do satélite TRMM para o município de Santa Cruz da Vitória, no sul da Bahia, comparando-a com a equação gerada pela estação de monitoramento por pluviômetro mais próxima, e com isso, auxiliar na avaliação do uso de dados de sensoriamento remoto para análise de eventos extremos de precipitação em locais com monitoramento escasso. Os dados pluviométricos foram obtidos da estação código 1439044 através da plataforma Hidroweb da Agência Nacional de Águas. Os dados provenientes da estação mais próxima estimada pelo satélite TRMM foram obtidos na plataforma Agritempo. A estimativa dos parâmetros foi realizada pelo algoritmo Genetic Algorithm Methodology e as estatísticas para avaliar o desempenho do modelo foram os coeficientes Nash e Sutcliffe (NS) e Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE). As estimativas de precipitação por sensoriamento remoto apresentaram baixa confiabilidade ao compará-la com os dados mensais e máximas diárias anuais observadas, o que afetou na grande variação entre os parâmetros de cada equação. Dessa forma, a utilização do produto proveniente do satélite TRMM para determinação da equação IDF na região em estudo não se mostra adequada, podendo levar a superdimensionamento de projetos e obras hidráulicas e consequente aumento dos custos de implantação.

Palavras-chave: chuvas intensas; modelagem ambiental; TRMM;

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição espacial e temporal das variáveis que compõe o ciclo hidrológico é fundamental para a correta gestão dos recursos hídricos. Dentre essas variáveis, destaca-se a precipitação, que é a principal forma de entrada de água em bacias hidrográficas. Entretanto, por não ser uma variável contínua, seu estudo torna-se um desafio

<sup>1</sup> Aluna do curso de mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Ambientais, [lorenalferraz@gmail.com](mailto:lorenalferraz@gmail.com).

<sup>2</sup> Prof. Me. Universidade Federal do Sul da Bahia – Campus Jorge Amado, Centro de Formação em Tecno-Ciências e Inovação, [duartenevesjuliana@gmail.com](mailto:duartenevesjuliana@gmail.com).

<sup>3</sup> Aluna do curso de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, [loriesouza@hotmail.com](mailto:loriesouza@hotmail.com).

(TRENBERTH et al., 2017).

As precipitações intensas, ou também denominadas chuvas extremas, são eventos pluviométricos que geram grandes lâminas precipitadas em curto período de tempo (BERTONI; TUCCI, 2013). Estes eventos podem causar alagamentos e inundações em áreas urbanas, além de ser o principal responsável pelo desprendimento e arraste de partículas de solo, provocando deslizamentos de terra com consequentes perdas humanas e danos materiais. Nas áreas rurais, as chuvas intensas podem ocasionar danos à agricultura, estrutura de barragens e outras obras hidráulicas (TUCCI, 2013).

Como forma de estudar as chuvas intensas, a equação intensidade-duração-frequência (IDF), que relaciona essas três variáveis, é a principal ferramenta para caracterizar e analisar esses parâmetros (PRUSKY et al., 2006). Estas equações são ajustadas empiricamente através da aplicação de diferentes princípios de probabilidade nas séries históricas de dados pluviométricos de cada estação (ARAGÃO et al., 2013).

A baixa densidade de postos de monitoramento pluviométrico em determinadas regiões é um desafio para regionalização dos parâmetros da equação IDF. Como alternativa, destaca-se a utilização de dados de precipitação obtidos por sensoriamento remoto, através do emprego de radares e sensores orbitais que estimam a precipitação a partir da radiância e/ou refletância de nuvens (BERNARDI, 2016).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho da equação IDF estimada a partir de dados provenientes do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), comparando-a com a equação gerada pela estação de monitoramento por pluviômetro mais próxima, e com isso, auxiliar na avaliação do uso de dados de sensoriamento remoto para análise de eventos extremos de precipitação em locais com monitoramento escasso.

## METODOLOGIA

Santa Cruz da Vitória é um município brasileiro localizado na região sul do estado da Bahia, integrando a região cacauzeira. O estudo consiste em uma análise comparativa entre os produtos do satélite TRMM e da estação de precipitação observada no município, com enfoque nas diferenças entre as equações IDF geradas.

Os dados pluviométricos da estação código 1439044 foram obtidos através da plataforma Hidroweb da Agência Nacional de Águas, devendo possuir no mínimo 15 anos de observações para uma estimativa confiável dos parâmetros da equação IDF. Os dados provenientes do satélite TRMM, que possuem resolução espacial de 0,25° x 0,25°, foram obtidos na plataforma Agritempo, onde a estação mais próxima, localizada a 8 km do posto de monitoramento da ANA, foi selecionada. Para obtenção da precipitação máxima diária anual, os dados de 20 anos (2000 a 2019) de cada estação foram organizados em planilhas eletrônicas para análise e organização das informações.

Após a obtenção da série histórica de precipitações máximas diárias anuais, o ajuste da equação IDF (Equação 1) para cada estação foi realizado pelo algoritmo Genetic Algorithm Methodology for IDF (GAM-IDF), uma ferramenta web proposta por Cunha et al. (2019) e Vargas et al. (2019), que emprega algoritmo genético para ajuste de equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF). Para analisar o desempenho da modelagem, as estatísticas Nash e Sutcliffe (NS) e Raiz quadrada do erro médio (RMSE) foram utilizadas.

$$i = \frac{K.T^a}{(t+b)^c} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:  $i$  é a intensidade máxima da chuva, em (mm/h),  $T$  é o período de retorno (anos);  $t$  é o tempo de duração da chuva (min); e  $k$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são parâmetros empíricos que dependem das características de cada posto pluviométrico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os parâmetros da equação bem como os valores dos coeficientes estatísticos que descrevem o desempenho da simulação. Segundo as estatísticas NS e RMSE a simulação apresentou desempenho “muito bom” de acordo com o critério de Moriasi et al. (2015), com a estação TRMM apresentando maior erro médio quadrático.

**Tabela 4** – Parâmetros da equação IDF e valores dos coeficientes estatísticos da modelagem

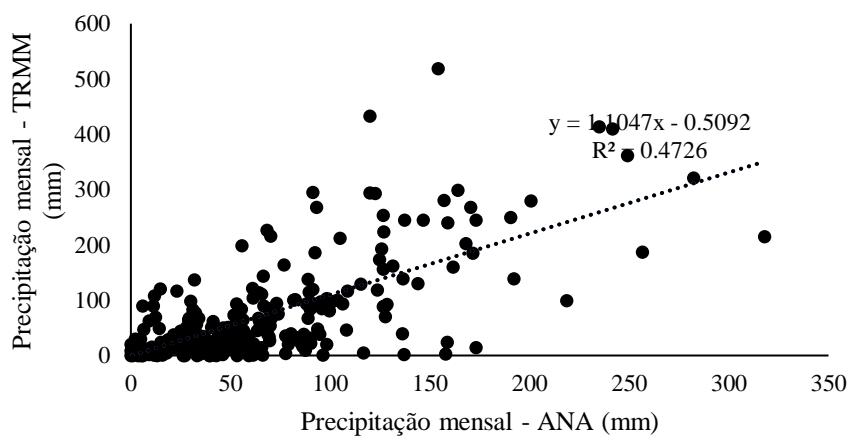
Estação	K	a	b	c	NS	RMSE
ANA	558.597	0.178	9.206	0.706	0.9934	4.0179
TRMM	905.260	0.216	9.217	0.707	0.994	7.2055

Os valores dos parâmetros “K” e “a” variam por localidade, pois possuem relação

com alta variabilidade espacial das chuvas e diferenças entre as condições climáticas de cada região. Entretanto, não é esperado grandes variações em regiões tão próximas e que apresentam as mesmas condições climáticas. No presente estudo, a estação de precipitação estimada por satélite superestimou em 38,3% e 17% os valores dos parâmetros “K” e “a”, respectivamente, em comparação com a estação observada. A baixa variação dos parâmetros “b” e “c” se dá pela fixação dos seus valores pela metodologia de ajuste, alterando somente os dois outros parâmetros.

Esta variação se dá pela diferença entre os dados observados e estimados. A estação de dados TRMM apresentou o maior valor máximo diário anual de 216.24 mm no ano de 2000, porém nesse mesmo ano, a maior precipitação observada foi de 84.8 mm, o que afetou diretamente o parâmetro K que se relaciona com os índices de precipitação: quanto maior os níveis pluviométricos da estação, maiores são os seus valores.

Analizando as precipitações mensais observadas e estimadas por sensoriamento remoto (Figura 1), observou-se uma baixa correlação, com  $R^2 = 0.4726$ , com tendência a superestimativa dos valores máximos anuais por parte do satélite TRMM.



**Figura 1** – Relação entre a precipitação mensal observada e estimada pelo satélite TRMM para o município de Santa Cruz da Vitória, Bahia.

## CONCLUSÕES

As estimativas de precipitação por sensoriamento remoto apresentaram baixa confiabilidade ao compará-la com os dados mensais e máximas diárias anuais observadas,

o que afetou na grande variação entre os parâmetros da equação. Dessa forma, a utilização do produto proveniente do satélite TRMM para determinação da equação IDF na região em estudo não se mostra adequada, podendo levar a superdimensionamento de projetos e obras hidráulicas e consequente aumento de custos de implantação.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R.; SANTANA, G. R.; COSTA, C. E. F. F.; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. Chuvas intensas para o Estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 17, n. 3, p. 243-252, 2013.

BERNARDI, E. C. S. **Qualidade das estimativas de precipitação do satélite TRMM no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Precipitação**. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação* (4a ed.). Porto Alegre: ABRH, 2013.

CUNHA, Z. A.; VARGAS, M. M.; MOURA, M. M.; CALDEIRA, T. L.; BESKOW, S. Propostas baseadas em algoritmos genéticos para otimização de parâmetros de curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF). In: **Anais do XXI Encontro de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pelotas**, Capão do Leão, 2019.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate Science** (1a ed.). Berlin: Walter de Gruyter, 1931.

MORIASI, D. N.; GITAU, M. W.; PAI, N.; DAGGUPATI, P. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. **Trans. ASABE**, vol. 58, n.6, p. 1763-1785, 2015.

PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, A. F.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, J. M. A.; GRIEBELER, N. P. **Hidros: dimensionamento de sistemas hidroagrícolas** (1a ed.). Viçosa: UFV, 2006.

TRENBERTH, K. E.; ZHANG, Y. Intermitência na precipitação: duração, frequência, Intensidade e valores usando dados por hora. **Sociedade Meteorológica Americana**, v. 18, p. 1393-1412, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação** (4a ed.). Porto Alegre: ABRH, 2013.

VARGAS, M. M.; MOURA, M. M.; CUNHA, Z. A.; BESKOW, S.; CALDEIRA, T. L. Alternativas computacionais para otimização dos parâmetros da IDF: abordagem inicial.

**In: Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu, 2019.**