

Aplicação do produto PERSIANN para o desenvolvimento da equação de intensidade-duração-frequência (IDF) da cidade de Pato Branco – PR

Application of PERSIANN product for the development of intensity-duration-frequency (IDF) equation of Pato Branco city, Brazil

RESUMO

Anna Luiza Bastos Kachuki
kachuki@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

Murilo Cesar Lucas
murilolucas@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

As equações de intensidade-duração-frequência (IDF) têm sido frequentemente utilizadas para o dimensionamento de obras hidráulicas. A precisão dessas equações depende da qualidade e do tamanho da série de precipitação, usada no seu desenvolvimento. No entanto, dados de precipitação medidos em terra são insuficientes ou inexistentes em diversos municípios do Brasil. Assim, é fundamental avaliar a possibilidade do uso de produtos de precipitação de satélites para desenvolver equações IDF. O objetivo desse estudo é avaliar o erro do produto PERSIANN para desenvolvimento de uma equação IDF. A área de estudo é a cidade de Pato Branco, Estado do Paraná, Brasil. O período utilizado do produto PERSIANN compreende os anos de 2000 até 2015. Os resultados mostraram que o PERSIANN apresenta forte tendência de subestimação da precipitação dentro da área de estudo. Por outro lado, para durações maiores a uma hora e, consequentemente, intensidade de precipitação menos intensa, o PERSIANN obteve melhor resultado, aproximando-se dos dados medidos em terra.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação. Sensoriamento remoto. IDF. PERSIANN.

ABSTRACT

The intensity-duration-frequency (IDF) equations have been commonly used to design hydraulic structures. The performance of these equations depends on the data quality and the size of the precipitation series used in their development. However, rainfall data collected in the field is often insufficient or nonexistent in several municipalities of Brazil. Thus, it is crucial to evaluate the possibility of using remote sensing, i.e., satellite precipitation data to develop IDF equations. The purpose of this study is to evaluate the PERSIANN product error for developing an IDF equation. The study area is the city of Pato Branco, Paraná, Brazil. The period used for the PERSIANN product ranges from the year 2000 to 2015. The results showed that PERSIANN has a strong tendency to underestimate precipitation within the study area. On the other hand, for durations longer than one hour and, consequently, less intense precipitation events, PERSIANN obtained better results, approaching the measured data on land.

KEYWORDS: Precipitation. Remote sensing. IDF. PERSIANN.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

As equações de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) têm sido usadas em projetos de drenagem pluvial para estimar a magnitude (intensidade) de eventos de precipitação (Chin, 2018). Assim, a intensidade de precipitação é estimada a partir da relação entre a duração e o período de retorno da precipitação. A precisão da estimativa da intensidade de precipitação (de projeto) depende da qualidade dos dados utilizados na construção da equação e dos métodos estatísticos empregados.

O pluviômetro é o instrumento mais utilizado para realizar a medição direta da precipitação (Ringard, 2015), porque é relativamente econômico e de fácil instalação e manutenção. Porém, em muitas regiões, os dados advindos de pluviômetros são frequentemente escassos, descontínuos e insuficientes para capturar a variabilidade espaço-temporal da precipitação (Michaelides et al. 2009). O uso de Equações IDF desatualizadas pode ocasionar graves erros de dimensionamento de estruturas de drenagem pluvial, porque não capturam eventuais alterações (aumento ou diminuição) da precipitação. Nesse sentido, o uso de produtos de precipitação de satélites pode ser atrativo. É essencial avaliar a qualidade dos produtos de precipitação de satélite antes de utilizá-los por apresentarem incertezas no processo de estimação, ajuste e estimativa de parâmetros (Ombadi et al. 2018). O objetivo desse estudo é avaliar o erro de uma equação IDF desenvolvida a partir do produto PERSIANN.

MATERIAL E MÉTODOS

Duas equações de intensidade-duração-frequência (IDF) foram desenvolvidas para a cidade de Pato Branco, localizada na região sudoeste do Estado do Paraná, Brasil. O município de Pato Branco foi escolhido porque apresenta a equação IDF desatualizada e possui uma longa série de dados de precipitação (> 30 anos) medidos em terra. Uma das equações IDF foi desenvolvida usando dados de pluviômetro (medição em terra) e a outra usando o produto PERSIANN (sensoriamento remoto).

Os dados diários de precipitação medidos em terra foram obtidos por meio da plataforma Hidro Web (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>), da Agência Nacional de Águas (ANA), e correspondem ao período de 2000 a 2015. A estação pluviométrica escolhida, (latitude -26,2333° e longitude -52,6833°), (código 2652013), está localizada dentro da cidade de Pato Branco. Os dados de precipitação de sensoriamento remoto foram obtidos por meio do produto *Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information Using Artificial Neural Networks* (PERSIANN). Esse produto apresenta uma resolução temporal horária, resolução espacial de 0,25° por 0,25°, cobertura global entre 60° norte e 60° sul, desde 1983 até o presente. Assim, para o desenvolvimento da equação IDF a partir do produto PERSIANN foram usados os dados com resolução temporal de 1 hora. O único pixel do produto PERSIANN utilizado, coincide com a localização espacial do pluviômetro.

O método usado para o desenvolvimento das equações IDF foi o mesmo para as duas diferentes fontes de dados de precipitação. Assim, foram selecionadas as precipitações máximas diárias ($P_{máx}$), isto é, o máximo precipitado um dia em cada

ano. Os termos de duração de $P_{máx}$ usados foram iguais a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 360, 480, 600, 720 e 1440 minutos. Os períodos de retorno adotados foram 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos. As precipitações máximas diárias anuais foram obtidas usando o método de Gumbel-Chow (Chow et al., 1988) para cada tempo de retorno. Os valores de $P_{máx}$ (Pluviômetro) foram desagregados para intervalos na escala horária e sub horária usando coeficientes de desagregação (Tabela 1). Os coeficientes de desagregação usados foram propostos por Silveira (2000). Esses coeficientes são baseados na precipitação máxima com duração igual a 24 horas. Dessa maneira, a precipitação $P_{máx}$ foi desagregada para a duração de 24 horas usando um desagregador com valor de 1,14 (CETESB, 1979).

Tabela 1 – Coeficientes de desagregação do Brasil

Relação de durações	Relação de chuvas
5 min / 30 min	0,34
10 min / 30 min	0,54
15 min / 30 min	0,70
20 min / 30 min	0,81
25 min / 30 min	0,91
30 min / 1 h	0,74
1 h / 24 h	0,42
6 h / 24 h	0,72
8 h / 24 h	0,78
10 h / 24 h	0,82
12 h / 24 h	0,85

Fonte: Silveira (2000).

O produto PERSIANN com duração de 1 hora foi desagregado para durações inferiores (30, 25, 20, 15, 10 e 5 minutos) usando os mesmos coeficientes de desagregação (Tabela 1). As durações superiores a 1 hora do produto PERSIANN foram acumuladas até o tempo de 24 horas, seguindo as relações de duração apresentadas na Tabela 1. Após a etapa de desagregação de $P_{máx}$, a intensidade de precipitação (i) foi calculada a partir da relação $i = P_{máx}/t$.

As equações IDF foram desenvolvidas através do *software* MATLAB, usando a técnica da estimativa inversa de parâmetros desconhecidos, de Marquardt-Levenberg (Marquardt, 1963). Uma métrica estatística, o Erro Médio Absoluto (*Mean Absolute Error*, MAE), foi usada para avaliar o erro médio entre a equação IDF desenvolvida usando o produto PERSIANN e os dados do pluviômetro. A avaliação de sub ou super estimativa média do modelo em relação aos dados observados será realizada usando a métrica do Erro Médio (*Mean Error*, ME) ou Viés. (Melo et al. 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

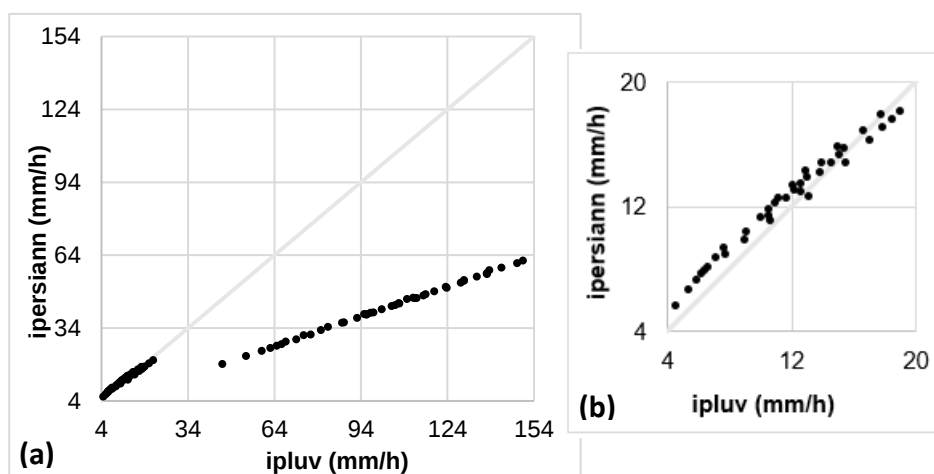
Na modelagem das equações, o *software* MATLAB apresentou para a equação IDF desenvolvida com dados de pluviômetro (Eq. 4) um RMSE de 1,98 mm/h, e para a equação IDF gerada a partir do produto PERSIANN (Eq. 5) um RMSE de 1,90 mm/h.

$$i = \frac{932,60.T_r^{0,1237}}{(t+9,79)^{0,7244}} \quad (4)$$

$$i = \frac{106,60.T_r^{0,1187}}{(t+0,1576)^{0,3914}} \quad (5)$$

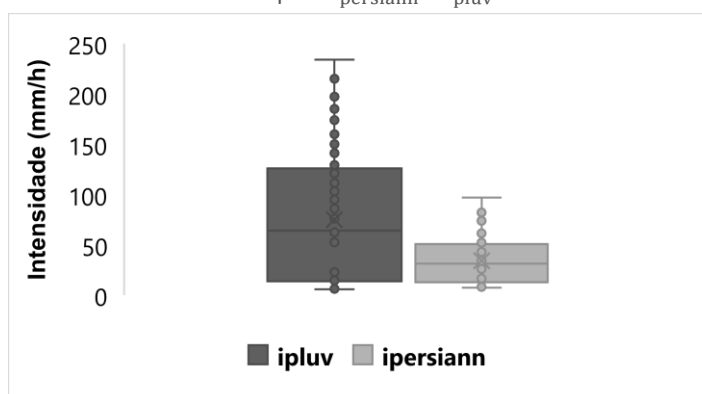
A figura 1 apresenta um gráfico da consistência dos dados obtidos pelas Eq. (1) e Eq. (2), o qual retornou um R (coeficiente de correlação) de 0,997, um MAE (erro médio absoluto) de 41,45 mm/h e um BIAS de -41,10 mm/h, o que indica uma subestimação do PERSIANN em relação ao pluviômetro, conforme pode ser observado na figura. Além disso, através da figura 2, percebe-se que para intensidades de precipitação menores os valores da IDF do PERSIANN estão bem próximos dos valores do pluviômetro, enquanto para intensidades maiores, o PERSIANN está apresentando subestimação.

Figura 1 – (a) Relação entre a intensidade de precipitação obtidas usando o produto PERSIANN (i_{persiann}) e os dados do pluviômetros (i_{pluv}). (b) Aumento de detalhe entre i_{persiann} e i_{pluv} dos dados das equações IDF



Fonte: Autoria própria (2019)

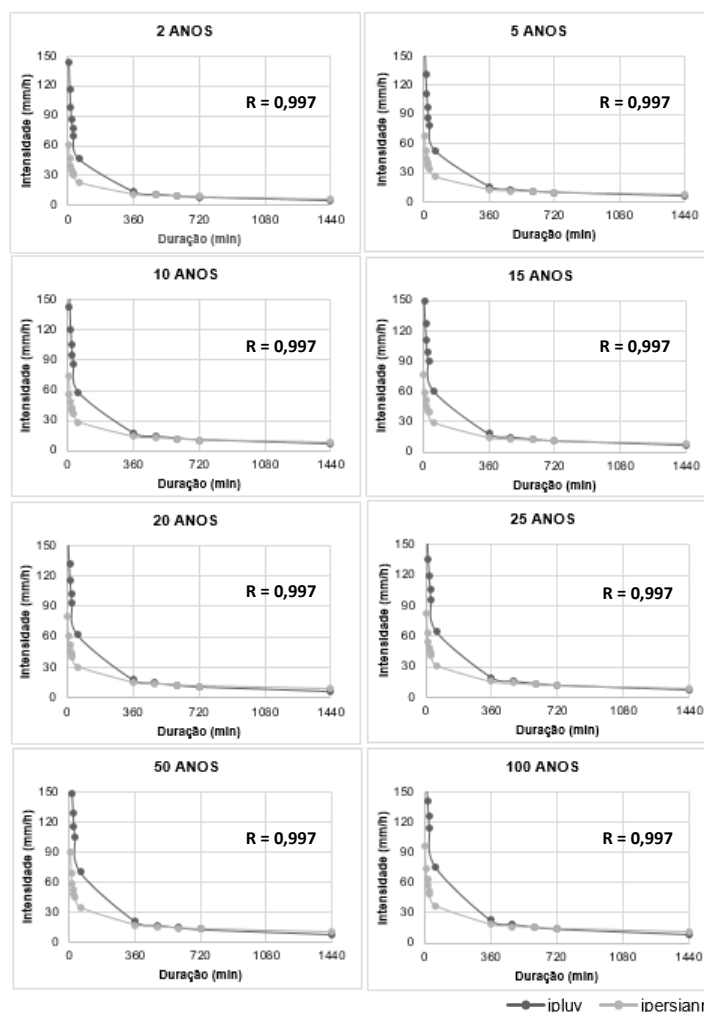
Figura 2 – Distribuição das intensidades de precipitação calculadas a partir das equações IDF para i_{persiann} e i_{pluv}



Fonte: Autoria própria (2019).

Desta forma, as intensidades de precipitação do produto PERSIANN se aproximaram mais do pluviômetro nas intensidades mais baixas (inferiores a 20 mm/h), as quais corresponde a durações de no mínimo 360 minutos (Figura 3). Esta figura apresenta um comparativo da intensidade em função da duração da chuva para cada tempo de retorno estudado. Assim, o quadro 1 apresenta a avaliação estatística para cada tempo de retorno apresentado na figura 3.

Figura 3 – Relação entre a duração e a intensidade da precipitação para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos para i_{persiann} e i_{pluv}



Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 1 – RMSE e ME das intensidades de precipitação para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, usando o produto PERSIANN. MAE retorna o erro médio, ME, quando negativo, indica subestimação dos eventos.

Tr (Anos)	2	5	10	15	20	25	50	100
RMSE (mm/h)	31,52	35,43	38,70	40,75	42,28	43,49	47,51	51,89
ME (mm/h)	-31,23	-35,12	-38,37	-40,41	-43,93	-43,14	-47,14	-51,50

Fonte: Autoria própria (2019).

O comportamento do produto PERSIANN de subestimação dos eventos de precipitação coincide com diversos estudos (Ombadi et al. (2018), Ringard et al. (2015), Laverde-Barajas et al. (2018), Faridzad et al. (2018) e Ashouri et al. (2015)). Entretanto, este comportamento varia de acordo com a região, sendo necessário verificá-las individualmente (Ombadi et al. 2018).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a equação IDF do município de Pato Branco – PR, gerada a partir de dados do produto PERSIANN, do período de 2000 a 2015, subestima as intensidades de precipitação. É importante destacar que para intensidades de chuva menores, ou seja, para durações a partir de 360 minutos, o PERSIANN

apresentou resultados mais próximos aos fornecidos pelo pluviômetro. Estudos futuros serão realizados para avaliar a performance em aplicações de dimensionamento de obras hidráulicas.

REFERÊNCIAS

ASHOURI, Hamed et al. PERSIANN-CDR: Daily Precipitation Climate Data Record from Multisatellite Observations for Hydrological and Climate Studies. **Bulletin Of The American Meteorological Society**, v. 96, n. 1, p. 69-83, jan. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1175/bams-d-13-00068.1>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

CHIN, D. A. Assessment of Chen and Other Methods for Estimating Intensity-Duration-Frequency Functions. **Journal Of Hydrologic Engineering**, v. 23, n. 9, set. 2018. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001689](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001689)>. Acesso em: 15 ago. 2019.

CHOW, V. T. MAIDMENT, D. R. MAYS, L. W. Applied Hydrology. McGraw-Hill: New York, 1988.

FARIDZAD, Mohammad et al. Rainfall frequency analysis for ungauged regions using remotely sensed precipitation information. **Journal Of Hydrology**, v. 563, p. 123-142, 30 maio 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.05.071>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

LAVERDE-BARAJAS, M. et al. Assessing the performance of near real-time rainfall products to represent spatiotemporal characteristics of extreme events: case study of a subtropical catchment in south-eastern Brazil. **International Journal Of Remote Sensing**, v. 39, n. 21, p. 7568-7586, 1 mai. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1475773>>. Acesso em: 8 jul. 2019.

MARQUARDT, D. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. **Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics**, v. 11, p. 431-441, 1963.

MELO, D. C. D. et al. Performance evaluation of rainfall estimates by TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis 3B42V6 and V7 over Brazil. **Journal Of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 120, n. 18, p.9426-9436, 27 set. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/2015jd023797>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MICHAELIDES, S. et al. Precipitation: Measurement, remote sensing, climatology and modeling. **Atmospheric Research**, v. 94, n. 4, p.512-533, dez. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2009.08.017>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

OMBADI, M. et al. Developing Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curves From Satellite-Based Precipitation: Methodology and Evaluation. **Water Resources Research**, v. 54, n. 10, p. 7752-7766, 28 ago. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1029/2018WR022929>>. Acesso em: 8 jul. 2019.

RINGARD, J. et al. Temporal and Spatial Assessment of Four Satellite Rainfall Estimates over French Guiana and North Brazil. **Remote Sensing**, v. 7, n. 12, p. 16441-16459, 27 nov. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/rs71215831>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

SILVEIRA, A. L. L. Equação para os coeficientes de desagregação de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p.143-147, out/dez 2000.