

CURVAS INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA DE CHUVAS INTENSAS DE CIDADE GAÚCHA E GUAPOREMA – PR

MARCELO ZOLIN LORENZONI¹, GIULIANI DO PRADO², ÁLVARO HENRIQUE
CÂNDIDO DE SOUZA³, MAIARA KAWANA APARECIDA REZENDE³, LILIANE
SCABORA MIOTO³.

¹ Engenheiro Agrícola, Mestrando, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, Fone: (0xx44) 3011-8940, marcelorenzoni@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, DEA/UEM, Cidade Gaúcha – PR

³ Engenheiro(a) Agrícola, Mestrando(a), Depto. de Agronomia – PGA/UEM, Maringá – PR

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014

27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Relacionar intensidade, duração e frequência (IDF) e conhecer as curvas IDF desperta grande interesse, pois através delas é possível determinar as precipitações pluviiais máximas que são muito utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas e projetos de engenharia. Devido à falta dessas informações nos municípios de Cidade Gaúcha e Guaporema, estado do Paraná, esta pesquisa teve como objetivo obter as curvas IDF para esses municípios através do método de desagregação de chuvas diárias. As séries históricas de dados pluviométricos utilizadas possuem 36 anos de observações, e foram obtidas no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas - ANA. As séries foram submetidas à distribuição de probabilidade de Gumbel e comprovadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. As equações foram ajustadas pelo método de Newton para equações não lineares, e apresentaram bom ajuste, com coeficientes de determinação acima de 0,99. A partir da determinação dos parâmetros das equações, foram geradas as curvas IDF para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos e duração de 5 a 120 minutos, onde ficou evidenciado que quanto menor a duração da chuva, maior é a sua intensidade máxima, comprovando o comportamento típico das curvas IDF.

PALAVRAS-CHAVES: precipitação pluvial, intensidade pluvial, hidrologia

INTENSITY-DURATION-FREQUENCY CURVES OF INTENSE RAINFALL OF CIDADE GAÚCHA AND GUAPOREMA - PR

ABSTRACT: Relate intensity, duration and frequency (IDF) and know the IDF curves great interest, because through them it is possible to determine the maximum rainfall that are widely used in hydraulic structures and engineering projects. Due to the lack of such information in the municipalities of Cidade Gaúcha and Guaporema, state of Paraná, Brazil, this research aimed to get the IDF curves for these municipalities by the method of disaggregation of daily rainfall. The historical series of rainfall data used have 36 years of observations, and were obtained from the Hydrological Information System of the National Water Agency - ANA . The series underwent probability distribution of Gumbel and proven by Kolmogorov-Smirnov test at 5 % significance level. The equations were adjusted by Newton's method for nonlinear equations, and showed good fit, with correlation coefficients above 0.99. From the determination of the

parameters of the equations, the IDF curves were generated for the return periods of 5 , 10 , 25 , 50 and 100 years and duration for 5 to 120 minutes, where it was evident that the shorter the duration of rain, most is its maximum intensity, showing the typical behavior of the IDF curves.

KEYWORDS: precipitation, rainfall intensity, hydrology

INTRODUÇÃO: A ocorrência de uma chuva intensa gera uma altura pluviométrica cujo valor é acima do esperado. Esta lâmina pode causar enchentes, escoamento superficial e erosão hídrica. No meio rural, essas chuvas, comprometem a produtividade das culturas devido às perdas de solo e causam prejuízos no meio urbano (ARAGÃO et al., 2013). O estudo das características de chuvas intensas é fundamental no dimensionamento de estruturas hidráulicas, a fim de prever a intensidade máxima da chuva a partir de equações específicas para cada região, garantindo projetos seguros (CARDOSO et al., 1998). É possível relacionar intensidade, duração e frequência (IDF) e conhecer as curvas IDF a partir de princípios de probabilidade aplicados às séries históricas de dados pluviográficos. Devido à falta de séries históricas de dados de estações pluviográficas, é possível avaliar chuvas de 24 horas de determinada frequência, para obter, a partir de dados pluviométricos, chuvas de menor duração com a mesma frequência, conhecido como o método de desagregação de chuvas de 24 horas (SOUZA et al., 2012). O solo do noroeste do Paraná, região onde estão localizados os municípios de Cidade Gaúcha e Guaporema, apresenta grande vulnerabilidade quanto à erosão hídrica (IPARDES, 2004), o que torna necessário o conhecimento das curvas IDF para o correto dimensionamento de obras hidráulicas na região. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo, obter as curvas IDF para esses municípios através do método de desagregação de chuvas diárias.

MATERIAL E MÉTODOS: Os municípios de Cidade Gaúcha e Guaporema pertencem ao Noroeste paranaense. As séries históricas dos respectivos municípios foram obtidas no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA (Tabela 1).

TABELA 1. Postos pluviométricos utilizados para a obtenção de séries históricas.

Posto	Código	Longitude	Latitude	Município	Período	N*
1	2352031	-52:55:59	-23:22:59	Cidade Gaúcha	1976-2011	36
2	2352046	-52:46:0	-23:19:59	Guaporema	1976-2011	36

Fonte: ANA (2013)

* Número de anos da série histórica utilizados neste trabalho.

A partir das séries, foi gerada uma série parcial de chuvas diárias máximas anuais, à qual foram submetidas ao modelo de distribuição de Gumbel e comprovadas pelo teste de Komolgorov-Smirnov ao nível de 5%. Em geral, as distribuições de valores extremos de grandezas hidrológicas ajustam-se satisfatoriamente à distribuição de Gumbel (VILLELA & MATTOS, 1975). Esta distribuição de probabilidade é recomendada para séries de valores extremos máximos, especialmente, séries de valores máximos diários anuais. O modelo de distribuição de Gumbel seguiu a metodologia apresentada por SILVA & MELLO (2008). Através do modelo estatístico ajustado, foram obtidas as precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno escolhidos de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos. A partir destas precipitações foram desagregadas as precipitações com menor duração, através dos coeficientes de desagregação obtidos para o Brasil (CETESB, 1986, citado por ARAGÃO et al., 2013). As durações escolhidas foram de 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos e 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas. O ajuste da equação de chuvas intensas foi realizado pelo método de Newton para equações não lineares. A equação intensidade-duração-frequência (IDF) tem sido muito empregada em trabalhos científicos (VILLELA & MATTOS, 1975; CASTRO et al. 2011; SAMPAIO, 2011) pode ser expressa por:

$$i = \frac{k \cdot TR^a}{(t + b)^c} \quad (1)$$

em que,

i - intensidade máxima média da chuva (mm h^{-1});

TR - período de retorno (anos);

t - tempo de duração da chuva (minutos);

k, a, b, c - coeficientes específicos para cada localidade.

As curvas IDF foram geradas a partir dos parâmetros encontrados, para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos e duração de 5 a 120 minutos (2 horas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 2 apresenta os parâmetros (k, a, b, c) da equação 1, encontrados para cada município pelo método de Newton para sistemas de equações não lineares para o modelo de distribuição de Gumbel, que segundo ARAGÃO et al. (2013) surge como a mais indicada e melhor ajustada. Os parâmetros apresentaram bom ajuste, com coeficiente de determinação (R^2) superiores a 99%. SOUZA et al. (2012), também obtiveram um bom ajuste dos parâmetros, com valores de R^2 acima de 0,99, para o estado do Pará.

TABELA 2. Parâmetros ajustados para a equação IDF e valores de R^2 para os parâmetros ajustados.

Município	k	a	b	c	R^2
Cidade Gaúcha	817,6	0,1553	9,92	0,729	0,9982
Guaporema	905,2	0,1921	9,92	0,729	0,9967

Dentre as constantes ajustadas, o coeficiente “k” e o coeficiente “a” apresentaram valores distintos para os dois municípios estudados, essas diferenças ocorrem devido os valores de intensidades das séries históricas utilizadas no estudo e ajuste destes parâmetros serem diferentes para cada município. Esses resultados indicam variação das intensidades de precipitação esperadas para os respectivos municípios. Os parâmetros “b” e “c” obtidos para ambos os municípios apresentaram valores de 9,92 e 0,729, respectivamente. ARAGÃO et al. (2013) também obteve valores constantes para os parâmetros “b” e “c” para duas distribuições de probabilidade ajustadas para o estado do Sergipe. Os valores dos coeficientes (k, a, b, c) determinados nesse trabalho, estão dentro das amplitudes apresentadas pelos mesmos coeficientes (k, a, b, c) obtidos por outros trabalhos de chuvas intensas realizados no Brasil (SAMPAIO, 2011). As curvas IDF são apresentadas na Figura 1, sendo possível observar o comportamento típico dessas curvas, onde a intensidade é indiretamente proporcional à duração, ou seja, quanto menor a duração da chuva, maior é a sua intensidade máxima. Além disso, com o aumento do tempo de recorrência das chuvas, as intensidades também aumentam, demonstrando uma relação diretamente proporcional entre a intensidade e o período de retorno. As curvas IDF geradas por FERREIRA & MACÊDO (2011) e CASTRO et al. (2011) também apresentaram comportamento esperado: a intensidade máxima diminui com o aumento da duração da chuva. O município de Guaporema apresenta intensidades de maior magnitude quando comparado ao município de Cidade Gaúcha. As diferenças observadas entre as intensidades de chuvas indicam a necessidade de maior preocupação com o controle de enxurradas e conservação do solo nessa localidade (CARDOSO et al. 1998). Os resultados contribuem para fortalecer a importância da obtenção de equação de chuvas intensas para cada localidade.

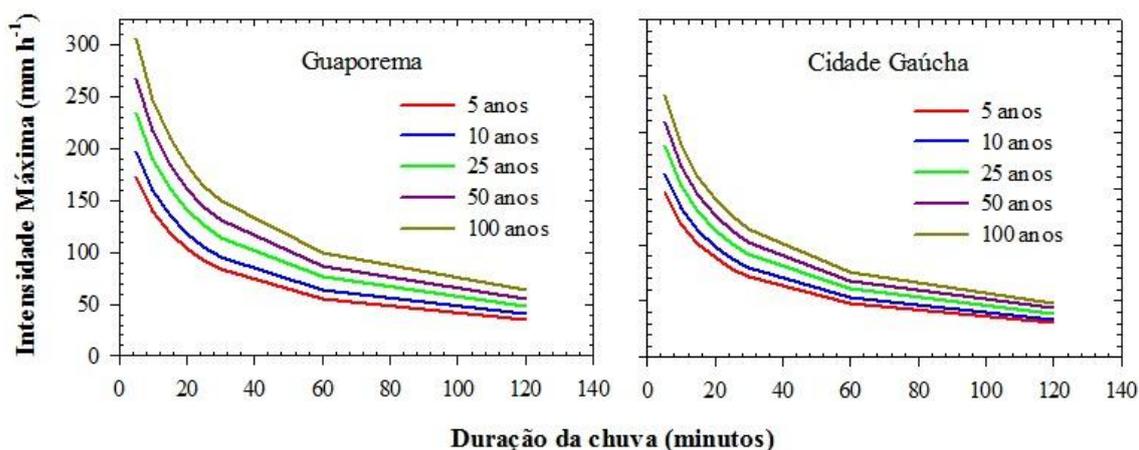


FIGURA 1. Curvas IDF geradas a partir dos parâmetros obtidos pelo modelo de distribuição de Gumbel.

CONCLUSÕES: A determinação das curvas IDF através da metodologia de desagregação de 24 horas se mostrou possível para ambos os municípios e pode ser aplicada em outras regiões onde não há dados pluviográficos. Após a determinação, as curvas IDF podem ser empregadas no dimensionamento de obras hidráulicas, exclusivamente para a região onde foram determinadas.

REFERÊNCIAS:

- ANA - Agência Nacional das Águas. **Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas.** Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 02 Fevereiro de 2013.
- ARAGÃO, R. de.; SANTANA, G. R. de; COSTA, C. E. F. F. da.; CRUZ, M. A. S.; FIGUEIREDO, E. E. de.; SRINIVASAN V. S. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.17, n.3, p.243-252, 2013.
- CARDOSO, C. O.; ULLMANN, M. N.; BERTOL, I. Análise de chuvas intensas a partir da desagregação das chuvas diárias de Lages e Campos Novos (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Santa Catarina, v. 22, n. 1, p. 131-140, 1998.
- CASTRO, A. L. P. de.; SILVA C. N. P.; SILVEIRA, A. Curvas Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT). **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais.** Guarapuava, v. 7, n. 2, p. 305-315, 2011.
- FERREIRA, F. C. S; MACÊDO, A. P. B. A. Estudo de chuvas intensas em Aracaju – SE. In: IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju, 2011. **Anais...** Aracaju, 2011.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense.** BRDE, Curitiba, 2004. 141p.
- SAMPAIO, M. V. **Espacialização dos coeficientes das equações de chuvas intensas em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul.** 2011. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. **Hidrologia: Precipitação.** Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras. 2008. 67 p
- SOUZA, R. O. R. de.; SCARAMUSSA, P. H. M.; AMARAL, A. C. M. do.; NETO, J. A. P.; PANTOJA, A. V.; SADECK L. W. R. Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 999-1005, 2012.
- VILLELA, S., MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.