

AValiação DE ESTIMATIVAS DE CHUVAS INTENSAS DE FLORIANÓPOLIS, SC OBTIDAS POR DIFERENTES METODOLOGIAS

ÁLVARO JOSE BACK¹

¹ Eng.º. Agrônomo, Dr. em Engenharia, Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Urussanga, Urussanga –SC, CEP 88840-000, Fone (48) 34651209, e-mail: ajb@epagri.sc.gov.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: No dimensionamento de estrutura de drenagem superficial, como canais, galerias, vertedores de barragens ou terraços, a vazão máxima é estimada com base na chuva de projeto. Existem diversas metodologias que podem ser empregadas na estimativa da chuva de projeto. Quando existe uma série longa de dados pluviográficos pode-se determinar as relações Intensidade- Duração-Frequência da chuva, representadas pelas equações IDF. Na ausência de dados pluviográficos pode-se usar uma série de dados pluviométricos, e com base nas relações entre durações estimar a chuva de projeto. Existem trabalhos marcantes como o de Pfafstetter (1957) que analisou dados de 98 estações pluviográficas do Brasil e propôs método para estimativa das chuvas intensas. Outro trabalho importante usa as isozonas para a estimativa das chuvas de projeto. Neste estudo foram comparadas estimativas de intensidade da chuva obtida por equações IDF ajustada por vários autores, bem como métodos baseados nas relações entre durações e os trabalhos de Pfafstetter e o método das isozonas. Os resultados mostram que existem diferenças superiores a 100% entre as estimativas obtidas por 10 métodos, evidenciando a importância do ajuste dos dados com dados locais e a atualização dos estudos com novas séries de dados.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem; precipitação; hidrologia

EVALUATION OF HEAVY RAINFALL VALUES FROM FLORIANÓPOLIS, SC OBTAINED BY DIFFERENT METHODOLOGIES

ABSTRACT: In sizing structure surface drainage, such as canals, gallerie, spillways of dams or terraces, the maximum flow is estimated based on rain project. There are several methodologies that can be employed to estimate the rain project. When there is a long series of rainfall data can determine the intensity - duration - frequency precipitation relationships, represented by the IDF equations. In the absence of short rainfall data can use a series of daily rainfall data, and based on the relationships between rainfalls with different duration obtain estimate of rain project. There are remarkable works such as Pfafstetter (1957) which analyzed data from 98 pluviographic stations in Brazil proposed method for estimation of heavy rainfall. Another important work uses isozones for the estimation of design rainfall. In this study estimates of rain intensity obtained by the IDF equations adjusted by various authors as well as estimates based on relationships between durations and Pfafstetter works and method of isozones were compared. The results show that the differences are greater than 100 % between the estimates obtained by 10 methods, indicating the importance of fitting the data with local data and update of studies with new data series

KEYWORDS: Drainage; precipitation, hydrology

INTRODUÇÃO:

Existem diversos métodos que podem ser empregadas na estimativa de chuvas intensas para dimensionamento de obras de drenagem superficial. Um dos métodos mais usados é por meio da equação IDF que relaciona a intensidade a duração e a frequência de chuvas intensas. Bell (1969) propôs uma equação (1969) que relaciona a altura da chuva com a duração e período de retorno.

Essas equações podem ser ajustadas com base nas observações de série de dados pluviográficos. Back (2002), Back et al. (2011) e Pompeu (2003) ajustaram as equações IDF de Florianópolis com base em dados pluviográficos. Outra forma de obter o ajuste destas equações é utilizando as relações entre precipitações de diferentes durações (Cetesb, 1986) para desagregar a chuva máxima diária em chuva de menor duração, e assim ajustar as equações IDF. Fragoso jr (2004) e Back (2013) apresentaram as equações IDF obtidas por este método.

Um trabalho tradicional foi apresentado por Pfafstetter (1957), em que são fornecidas as equações para estimativa de chuvas intensas de 98 postos pluviográficos do Brasil, para diversas durações e períodos de retorno.

Torrico (1975) apresentou o método das Isozonas para a estimativa das alturas de chuvas máximas com durações inferiores a 24 horas baseado em valores tabelados para as diferentes regiões do Brasil.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as intensidades de chuva máxima de Florianópolis –SC estimadas pelos diferentes métodos.

MATERIAL E MÉTODOS:

Foram estimadas as intensidades de chuva por meio das equações IDF é expressa por

$$i = \frac{KT^m}{(t+b)^n} \quad (1)$$

em que:

- i - intensidade média máxima da chuva, em mm/h;
- T - Período de retorno, em anos;
- t - duração da chuva, em minutos;
- K, m, b, n – coeficientes da equação determinados para cada local.

Foram consideradas os coeficientes das equações IDF de Florianópolis ajustadas por diversos autores conforme Tabela 1.

TABELA 1. Coeficientes das equações IDF de Florianópolis, SC.

autor	Parâmetros da equação IDF				
	K	m	b	n	validade
Back (2002) ¹	190,9	0,149	0,0	0,339	5 ≤ t ≤ 120 min
	338,9	0,236	0,0	0,509	120 ≤ t ≤ 1 480 min
	104,9	0,297	0,0	0,379	480 ≤ t ≤ 1 1440
Back et al. (2011) ²	222,0	0,1648	0,0	0,3835	5 ≤ t ≤ 1 480 min
	465,5	0,1695	0,0	0,5391	480 ≤ t ≤ 1 1440 min
Back (2013) ³	1168,46	0,237	9,12	0,703	5 ≤ t ≤ 1 120 min
	1431,25	0,237	5,6	0,7049	120 ≤ t ≤ 1 1440 min
Fragoso Junior (2004) ⁴	1754,24	0,187	38	0,823	t < 1440 min
Pompêo (2003) ⁵	145	0,25	-1,18	0,34	t < 60 min
	597	0,32	3,0	0,73	60 ≤ t ≤ 1 1440 min

¹Baseado na série de dados de pluviográficos de 1986 a 1998; ²Baseado na série de dados de pluviográficos de 1984 a 2005; ³Baseado na série de dados pluviométricos de 1969 a 2009; ⁴Baseado na série de dados pluviométricos de 1949 a 1998. ⁵Baseado na série de dados pluviométricos de 1921 a 1972 e de 1987.

As equações no formato proposto por Bell (1969) em função da chuva máxima com período de retorno de 10 anos e duração de uma hora (60 min.) (P_{10}^{60}), com a seguinte apresentação:

$$P_T^t = (a \ln(T) + b)(ct^d - e)P_{10}^{60} \quad (2)$$

em que:

a, b, c, d, e - coeficientes empíricos;

P_T^t - precipitação estimada com período de retorno T anos e duração t min.;

P_{10}^{60} - precipitação observada com período de retorno de 10 anos e duração de uma hora (60 min.).

Foram usadas as equações conforme tabela 2.

TABELA 2. Coeficientes da equação de Bell ajustada por diferentes autores

autor	Coeficientes da equação					validade
	a	b	c	d	e	
Bell (1969) ¹	0,21	0,52	0,54	0,25	0,5	$5 \leq t \leq 120$ min
Uehara et al (1980) ²	0,1824	0,58	0,497	0,27	0,5	
Back et al. (2011) ³	0,0679	0,1505	0,1612	0,7172	-0,16	$t \leq 120$ min
	0,1047	0,2093	0,0493	0,7133	-2,0121	$120 \leq t \leq 1440$ min

¹Com base em dados dos EUA; ² Com base em dados de 26 estações pluviográficas do Brasil; ³ Com base nos dados pluviográficos de Florianópolis de 1984 a 2005; ⁴ Com base na serei de dados pluviométricos de Florianópolis de 1969 a 2009.

Também foram estimadas as intensidades de chuva máxima pelo método de Pfafstetter (1957) e o Método das Isozonas (Torricco, 1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Tabela 3 encontram-se as intensidades de chuva estimada para diferentes períodos de retorno (T) e durações da chuva, segundo as equações ou métodos usados. Observa-se que entre as equações IDF ajustadas com base em dados dos pluviógrafos, as estimativas obtidas pelas equações ajustadas por Back (2002) e Back (2011) apresentaram diferenças em geral inferior a 15 %, que podem ser explicadas pela diferença nas séries de dados usadas. As estimativas de chuvas intensas com duração de 5 e 30 minutos obtidas com a equação de Pompêo (2003) apresentaram menores valores para as período de retorno de 5 e 10 anos e maiores valores para período de retorno de 50 e 100 anos. Nas maiores durações as intensidades de chuva obtida com a equação de Pompêo (2003) foram ligeiramente inferiores.

Entre as equações do modelo Bell também foram observadas diferenças significativas, evidenciando a necessidade de estimar as chuvas intensas com dados locais. A equação IDF ajustada por Back (2013) estimativas muito superiores as demais nas durações de até 120 minutos. O mesmo Também o método das isozonas determinou valores significativamente mais altos que as demais equações. Este comportamento diferenciado destes dois métodos pode ser explicado pelo fato de ambos serem baseados na estimativa da chuva a partir da chuva máxima diária. Back et al. (2011b) já mostraram que a relação entre a chuva máxima de 1 hora e a chuva máxima diária observada em Florianópolis é de 0,22, muito diferente do valor 0,42 estabelecido pela Cetesb (1986). Assim, como em Florianópolis foram registrados alguns eventos de grande precipitação máxima diária, o uso das relações generalizadas entre chuvas de diferentes durações, como as estabelecias pela Cetesb (1986) ou as isozonas podem superestimar as chuvas máximas de durações inferiores a 1 hora.

CONCLUSÕES:

Os diferentes métodos de estimativa de chuva intensos apresentaram valores com diferenças que podem ser superior a 100%, evidenciando a importância do ajuste dos das equações com dados locais bem como a necessidade de atualização dos estudos com novas séries de dados. As estimativas de chuva intensas para desagregação da chuva diária são uma alternativa que pode ser empregada em locais sem dados de chuva de curta duração, no entanto, no caso de Florianópolis este método mostrou que as relações generalizadas podem implicar em erros significativos na estimativa da chuva.

TABELA 3. Intensidade máxima de chuva (mm/h) de Florianópolis (SC) estimada para por diferentes metodologias.

T (anos)	Equação IDF				Equação de Bell			Método		
	Back (2000)	Back (2011)	Fragoso Jr (2004)	Back (2013)	Pompeu (2003)	Bell (1967)	Uehara (1980)	Back (2011)	Pfafsteter (1957)	Isozonas
T = 5 minutos										
2	122,7	134,2	90,4	214,1	109,3	170,9	158,7	110,8	110,1	-
10	155,9	175,0	122,1	313,5	163,5	257,7	224,6	172,0	127,3	288,0
50	198,2	228,2	165,0	459,1	244,5	344,5	290,6	233,3	150,4	408,0
100	219,7	255,8	187,8	541,1	290,7	381,9	319,0	259,7	162,2	420,0
T = 30 minutos										
2	66,8	67,5	62,0	104,6	55,0	70,8	75,7	55,2	63,9	-
10	84,9	88,0	83,7	153,2	82,2	106,7	107,2	85,8	92,0	144,0
50	107,9	114,8	113,1	224,3	123,0	142,6	138,6	116,3	119,0	208,0
100	119,7	128,7	128,8	264,3	146,2	158,1	152,2	129,5	130,5	226,0
T = 120 minutos										
2	41,8	39,7	31,0	45,2	22,2	29,8	33,7	35,4	27,9	-
10	53,1	51,7	41,8	66,2	37,2	45,0	47,8	55,0	42,0	61,0
50	67,5	67,4	56,5	96,9	62,2	60,1	61,8	74,7	56,8	85,0
100	74,8	75,6	64,4	114,2	77,7	66,6	67,8	83,1	63,6	96,5
T = 1440 minutos										
2	18,0	15,3	4,9	7,2	3,7	-	6,7	8,9	4,5	-
10	22,9	19,9	6,6	10,6	6,2	-	9,4	14,2	6,9	10,4
50	29,1	26,0	9,0	15,5	10,3	-	12,2	19,5	9,3	14,8
100	32,2	29,2	10,2	18,3	12,9	-	13,4	21,7	10,5	16,6

REFERÊNCIAS

- BACK, Á.J. Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina (Com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: Epagri, 2013, 193p.
- BACK, Á.J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J.L.R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina State, Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.2127 - 2134, 2011.
- BACK, Á.J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J.L.R. Duration-Frequency relationships of heavy rainfall in Santa Catarina, Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, p.1015-1022, 2011.
- BACK, Á.J. Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, Boletim Técnico 123, 65p. 2002.
- BACK, Á.J. Relação Intensidade-Duração-Frequência de Chuvas intensas de Florianópolis, SC. Engenharia Sanitária e Ambiental. , v.5, p.126 - 132, 2000.
- BELL, F.G. Generalized rainfall-duration-frequency relationships. Journal of Hydraulics Division-ASCE, v.95, p311-327, 1969.
- CETESB. Drenagem urbana – manual de projeto. 3ª ed. São Paulo. 1986. 464 p.
- FRAGOSO JR, C.R. Regionalização da vazão máxima instantânea com base na precipitação de projeto. ReRH, IPH/UFRGS, v1, p.5-13, 2004
- PFALSTETTER, O. Chuvas intensas no Brasil: Relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com pluviógrafos. Rio de Janeiro: DNOCS, 1957. 419p.
- POMPÊO, C.A. Equação de chuvas intensas para Florianópolis. UFSC, 2003
- TORRICO, J.J.T. Práticas hidrológicas. Rio de Janeiro: Transcon, 1975. 119p.