

# AJUSTE DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS PARA REGIÃO DE NOVA ITÁ

Álvaro José BACK<sup>1</sup>

## RESUMO

A partir dos pluviogramas referente ao período de 1982 a 1997 foram estudadas as relações intensidade–duração-freqüência das chuvas com duração de 5 minutos à 24 horas da região de Nova Itá, SC. Os diagramas foram digitalizados e discretizados em intervalos de 5 minutos.. Foram estimadas as precipitações máximas esperadas período de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, segundo a distribuição de Gumbel. Com base nesses valores foram ajustadas equações para estimar a intensidade da chuva esperada com um certa duração e tempo de retorno.

**PALAVRAS-CHAVE:** precipitações intensas.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das precipitações de grande intensidade e curta duração é de fundamental importância para a engenharia agrônômica e civil, pois a partir delas se obtém a vazão de projeto para o dimensionamento de obras de proteção contra enxurradas, drenagem, terraços extravasores de barragens, galerias pluviais, bueiros.

A precipitação máxima pontual pode ser caracterizada por meio das relações intensidade-duração-freqüência. Essas relações variam de um local para outro local e só podem ser determinados mediante análise estatística de uma longa série de observações ( Garcez, 1974, Tucci et al. 1995). Essas três características da precipitação variam conforme a latitude, longitude, tipo de cobertura do solo e época do ano (Fendrisch et al., 1991), e assim sendo não há possibilidade de estender resultados obtidos em uma região para outra.

A precipitação máxima é entendida como a ocorrência extrema com duração, distribuição temporal e espacial crítica para uma área ou bacia hidrográfica. Os dados de precipitação normalmente disponíveis em longas séries são os dados pluviométricos, observações diárias da quantidade precipitada, sem o conhecimento da duração e intensidade das precipitações. Em regiões onde as únicas informações mais detalhadas disponíveis são chuvas de um dia de duração, pode-se avaliar a chuva de menor duração a partir de equações empíricas (Tucci et al. 1995) ou por meio de relações entre precipitações de diferentes durações, como apresentadas por Cetesb (1986).

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Dr. em Engenharia, Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Urussanga, SC. Rod. SC 446, Km 16, C.P. 49, Fone/Fax: (048) 465-1209, Urussanga, SC. E-mail [ajb@epagri.rct-sc.br](mailto:ajb@epagri.rct-sc.br)

Este trabalho teve como objetivo ajustar equações para estimar a intensidade da chuva para uma dada duração e período de retorno e determinar as relações entre precipitações de diferentes durações.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise dos dados de precipitações intensa foram utilizados os pluviogramas da estação de Nova Itá, SC, relativo o período de 1982 a 1997. Os pluviogramas foram digitalizados e discretizados em intervalo de 5 minutos com auxílio do programa GEDAC (Pedrollo, 1997).

Determinou-se as séries de máximas anuais para as diferentes durações e com base nestas séries foram estimadas as precipitações prováveis para diferentes durações usando a distribuição de Gumbel (Kite, 1978), conforme:

$$X = m + (Y - m_y) \frac{S}{S_y} \quad [1]$$

onde:  $\mu$  = a média dos valores observados de X

$\sigma$  = desvio padrão dos valores observados de X

$\mu_y$ ,  $\sigma_y$  = média e desvio padrão da variável reduzida y, tabelados em função do numero de valores da série de dados.

$$\text{sendo } y = -\ln \left\{ -\ln \left[ 1 - \left( \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \quad [2]$$

onde T = período de retorno.

As relações intensidade-duração-freqüência de chuvas pode ser representadas por equações (Villela e Mattos) do tipo:

$$i = \frac{KT^m}{(t+b)^n} \quad [3]$$

onde i = intensidade de chuva ;

T = período de retorno ;

t = a duração de chuva;

K, m, b, n são parâmetros da equação que devem ser ajustados aos dados observados.

O ajuste destes parâmetros foi feito minimizando a expressão:

$$S = \sum_{d=1}^n \sum_{T=1}^n \left( 1 - \frac{f_{i_{d,T}}}{f_{o_{d,T}}} \right)^2 \quad [4]$$

onde:  $f_{i_{d,T}}$  é a intensidade estimada para a duração d, e período de retorno T;

$f_{o_{d,T}}$  é a intensidade observada para a duração d, e período de retorno T.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão os valores máximos esperados de precipitação para diferentes durações e períodos de retorno.

Para estimar a intensidade da chuva com duração inferior a 120 min obteve equação:

$$i = \frac{635T^{0,125}}{(t + 6,8)^{0,714}} \quad [5]$$

onde:  $i$  = intensidade da chuva, mm/h;

$T$  = período de retorno, anos;

$t$  = duração da chuva, minutos;

Para chuva de duração entre 2 horas e 8 horas, obteve-se a seguinte equação:

$$i = \frac{28,2T^{0,161}}{t^{0,603}} \quad [6]$$

onde:  $i$  = intensidade da chuva, mm/h;

$T$  = período de retorno, anos;

$t$  = duração da chuva, horas;

Para chuvas de duração entre 8 horas até 24 horas foi obtida a seguinte equação;

$$i = \frac{39,7T^{0,181}}{t^{0,808}} \quad [7]$$

onde:  $i$  = intensidade da chuva, mm/h;

$T$  = período de retorno, anos;

$t$  = duração da chuva, horas;

Na tabela 2 estão indicados os quadrados dos desvios entre os valores de intensidade pluviométrica estimadas pela distribuição de Gumbel e os valores estimados pelas equações ajustadas. Verifica-se maior desvio para as estimativas de intensidades de chuva durações de 5 e 10 minutos com período de retorno de 100 anos. Estes erros podem ser considerados desprezíveis pois são, em geral, inferiores aos erros de coleta e amostragem.

Tabela 1. Precipitação máxima esperada para a região de Nova Itá, SC.

Duração		Período de retorno , T (anos)						
min	hora	5	10	15	20	25	50	100
5	0,083	10,9	12,4	13,3	13,9	14,4	15,8	17,2
10	0,166	15,9	17,4	18,3	18,9	19,3	20,7	22,1
15	0,250	21,1	23,3	24,5	25,3	25,9	27,9	29,9
20	0,333	24,5	27,2	28,7	29,8	30,6	33,1	35,6
25	0,416	27,2	30,3	32,1	33,3	34,3	37,2	40,1
30	0,50	29,3	32,7	34,7	36,0	37,1	40,3	43,5
35	0,583	31,6	35,4	37,6	39,1	40,3	43,9	47,4
40	0,667	33,4	37,4	39,6	41,2	42,4	46,1	49,8
45	0,750	35,1	39,0	41,2	42,8	44,0	47,6	51,3
60	1,0	36,8	39,4	44,9	45,1	47,3	48,2	53,5
75	1,25	40,7	44,4	46,4	47,9	49,0	52,4	55,8
90	1,30	43,4	47,5	49,9	51,5	52,8	56,6	60,4
105	1,75	47,1	52,5	55,6	57,8	59,5	64,6	69,7
120	2,0	48,8	54,2	57,2	59,3	60,9	65,9	70,8
150	2,5	53,5	59,9	63,5	66,0	67,9	73,9	79,8
180	3,0	58,2	65,8	70,1	73,1	75,4	82,6	89,7
240	4,0	62,5	71,7	76,9	80,6	83,4	92,1	100,6
300	5,0	66,9	78,0	84,2	88,5	91,9	102,2	112,5
360	6,0	71,3	84,2	91,5	96,6	100,5	112,6	124,7
420	7,0	73,3	86,9	94,5	99,9	104,0	116,7	129,3
480	8,0	75,2	89,3	97,2	102,8	107,1	120,3	133,4
600	10,0	79,6	94,2	102,5	108,3	112,8	126,5	140,1
720	12,0	83,6	99,0	107,7	113,7	118,4	132,9	147,2
840	14,0	85,9	101,2	109,8	115,8	120,5	134,8	149,0
960	16,0	86,5	102,3	111,2	116,7	121,4	135,6	150,0
1080	18,0	89,0	103,9	112,3	118,2	122,8	136,7	150,6
1200	20,0	92,2	108,4	117,5	123,8	128,7	143,8	158,8
1320	22,0	94,8	111,1	120,4	126,9	131,8	147,2	162,5
1440	24,0	95,2	111,8	121,1	127,7	132,7	148,2	163,7
1 DIA		89,1	106,6	116,6	123,5	128,8	145,3	161,6

Tabela 2. Quadrados dos desvios entre as intensidades estimadas pela distribuição de Gumbel e as estimadas pelas equações ajustadas.

Duração		Período de Retorno, T (anos)							soma	Erro padrão (mm/h)
min	hora	5	10	15	20	25	50	100		
5	0,083	7,0	13,0	40,7	64,2	82,8	132,2	154,6	494,5	8,40
10	0,166	63,7	70,5	84,9	100,6	116,4	192,2	325,4	953,7	11,67
15	0,250	2,4	0,7	0,8	1,4	2,2	9,3	30,7	47,5	2,60
20	0,333	0,5	0,4	0,9	1,0	0,9	0,1	1,6	5,3	0,87
25	0,416	0,2	1,2	2,5	3,2	3,4	2,6	0,4	13,5	1,39
30	0,50	0,4	0,8	1,9	2,6	2,9	2,5	0,7	11,9	1,30
35	0,583	0,0	3,2	5,8	7,5	8,4	9,3	6,9	41,2	2,43
40	0,667	0,0	2,7	4,7	5,9	6,5	6,8	4,5	31,0	2,10
45	0,750	0,1	1,9	2,9	3,4	3,5	2,6	0,8	15,3	1,48
60	1,0	3,4	7,7	0,3	0,8	0,0	11,6	7,8	31,6	2,12
75	1,25	0,8	1,1	1,6	2,4	3,2	7,6	16,8	33,5	2,19
90	1,30	0,5	0,5	0,7	1,0	1,3	3,5	8,4	15,8	1,50
105	1,75	0,0	0,7	1,1	1,4	1,5	1,4	0,8	6,9	0,99
120	2,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,5	3,7	12,7	17,3	1,57
150	2,5	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,8	4,5	5,8	0,91
180	3,0	0,3	0,8	0,8	0,7	0,5	0,1	0,4	3,6	0,72
240	4,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,7	0,32
300	5,0	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,8	0,34
360	6,0	0,3	0,0	0,2	0,4	0,5	0,7	0,5	2,4	0,59
420	7,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,36
480	8,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,24
600	10,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,21
720	12,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,24
840	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,17
960	16,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,17
1080	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,21
1200	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,11
1320	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,11
1440	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,11
Soma		81,3	105,6	150,3	197,2	235,1	387,3	578,4		
Erro padrão		1,67	1,91	2,28	2,61	2,85	3,65	4,47		

Na tabela 3 estão relacionados os valores das relações entre precipitações de diferentes durações encontradas neste trabalho. Observa-se que de modo geral estes valores são muito próximos dos valores indicados pela Cetesb (1986), exceção para as relações entre precipitação de 1 hora / 24 h e 24 h/1 dia, onde foram encontrados valores inferiores. Considerando que a série de dados pluviométricos dos totais diários é mais facilmente disponível e, em geral mais longa e representativa, a utilização desta série e das relações entre precipitações de diferentes durações pode fornecer uma estimativa mais confiável da intensidade de chuva.

Tabela 3. Relações entre precipitações de diferentes durações

Relação de durações	Relações encontradas para Nova Itá, SC							outros		
	T = 5	T = 10	T = 15	T = 20	T = 25	T = 50	T = 100	média Cetesb	*	
5 min/ 30 min	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,38	0,34	0,37
10 min/ 30 min	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,52	0,54	0,57
15 min/ 30 min	0,72	0,71	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,70	0,70	0,72
20 min/ 30 min	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,83	0,81	
25 min/ 30 min	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	
30 min/ 1 h	0,80	0,83	0,77	0,80	0,78	0,84	0,81	0,80	0,74	0,79
1 h / 24 h	0,39	0,35	0,37	0,35	0,36	0,33	0,33	0,35	0,42	
6 h / 24 h	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,72	
10 h / 24 h	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86	0,85	0,82	
12 h/ 24 h	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,89	0,85	
24 h/ 1 dia	1,07	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,04	1,14	

\* Valores citados pela Cetesb (1986) como sendo os valores adotados em Denver.

## CONCLUSÕES

De acordo com os dados observados as equações obtidas mostraram boa aderência com os resultados fornecidos pelo método de Gumbel, podendo assim ser utilizada para o cálculo da intensidade máxima de precipitação a ocorrer com certa duração e com um dado período de retorno para a região de Nova Itá.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Drenagem urbana – manual de projeto. 3ª ed. São Paulo. 1986. 464 p.

FENDRISCH, R; OBLADEN, N. L; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. Drenagem e controle das erosão urbana. 3ª ed. São Paulo. Ibrasa. Curitiba: CHAMPAGNATI.1991. 442 p.

GARCEZ; L. N. Hidrologia. São Paulo, Edgar Blucher Ltda. 1974. 274 p.

PEDROLLO, O. C. GEDAC: Gerenciamento de Dados Contínuos. Manual do usuário. IPH vol. 34. Porto Alegre, 1997, 60 p.

TUCCI, C. E. PORTO, R. L. L. BARROS, M. T.de. Drenagem urbana. Porto Alegre. ABRH/UFRGS. 1995.428 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1975, 245 p.

KITE, G. W. Frequency and risk analyses in Hydrology. Water Resources publications. Colorado. 1978. 224 p.