

## DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE GUMBEL DOS VALORES MÁXIMO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL EM 24 HORAS EM VIÇOSA - MINAS GERAIS.

Givanildo De Gois<sup>1</sup>, José Luiz Cabral Da Silva Júnior<sup>2</sup>, Luiz Cláudio Costa<sup>3</sup>, Anderson Francisco Da Silva<sup>2</sup>, Marcelo Cid De Amorim<sup>2</sup>, Jael Rosignoli<sup>1</sup>, Michelly Monteiro Eleutério<sup>1</sup>

**ABSTRACT** - The probability distribution from Fisher – Tippert or Gumbel, type I, was used to analyze series of data of extreme values of maximum rainfall precipitation in a 24-hour period in the city of Viçosa, MG, from December 1968 to December 2002. Four methods (Regression, Periods, Lieblein and Plausibility) were used to determine the alpha and beta Gumbel's distribution parameters. The Lieblein's method showed the best results on extreme values of maximum rainfall precipitation in a 24-hour period in the level of 95% and 99% episodes probability, with a parameters  $\alpha = 94,89$ ,  $\beta = 32,78$  and maximum rainfall precipitation values of 192.25 mm and 245.69 mm. The determination coefficient of the maximum rainfall precipitation determined by Lieblein's method was in the order of  $R^2 = 0,995$ .

### INTRODUÇÃO

Dentre os elementos meteorológicos a precipitação pluvial é um dos mais importantes para as atividades humanas e ambientais. A precipitação, quando mal distribuída, pode provocar prejuízos de ordem financeira e social, GOIS et al., (2004). O monitoramento dos valores extremos máximos da precipitação em 24 horas pode fornecer subsídios a projetos de obras hidráulicas, como exemplo: dimensionamento de vertedouros, retificação de cursos d'água, galerias de águas pluviais, bueiros, sistemas de drenagem agrícola e urbano, entre outros OCCHIPINTI & SANTOS, (1966); SILVA, (2002). O objetivo deste trabalho foi fazer uma análise dos valores extremos máximo da precipitação em 24 horas, na cidade de Viçosa-MG, usando a distribuição de probabilidade do tipo I de Fisher – Tippert ou distribuição de Gumbel.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os dados diários de valores extremos máximos de precipitação pluvial da série de 1968 a 2002 em 24 horas foram obtidos da Estação Meteorológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada na latitude e longitude de 20°25'S e 42°52'W e altitude de 657 m. A partir desses dados foram calculados os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , pelos métodos dos Momentos, Regressão, Lieblein e Máxima Verossimilhança (ASSIS et al., 1996; SILVA MENDONÇA et al., 2002), usados na Distribuição tipo I de Fisher – Tippert, "Distribuição Gumbel", para as probabilidades de 95% e 99% de valores extremos máximos de precipitações em 24 horas. A função de densidade de probabilidade é definida pela equação (1) por THOM et al., 1966.

$$F(x) = EXP \left\{ -EXP \left[ \pm \left( \frac{X - \alpha}{\beta} \right) \right] \right\} \quad (1)$$

em que:  $x$  é a precipitação pluvial (mm) e  $\alpha$  e  $\beta$  parâmetros definidos pelos métodos:

O Método dos momentos baseia-se nas estimativas de  $\alpha$  e  $\beta$ , com base nos dois primeiros momentos da amostra, média  $\bar{x}$  e o desvio padrão  $s$ , obtidos pelas equações (2) e (3) a seguir:

$$\alpha = \bar{x} - 0,5772\beta \quad (2); \quad \beta = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s \quad (3)$$

O Método de regressão toma-se os valores das variáveis  $x$ , ordenados de forma crescente, faz-se a regressão de  $\frac{n}{N+1}$  e igualando-se a equação (1),

sendo  $N$  o tamanho da amostra e  $n$  o número de ordem conforme a equação (4) a seguir:

$$F(x) = EXP \left\{ -EXP \left[ \pm \left( \frac{X - \alpha}{\beta} \right) \right] \right\} = \frac{n}{N+1} \quad (4)$$

Aplicando-se o logaritmo neperiano  $\ln$ , duas vezes na equação (4), resulta na equação (5) a seguir:

$$\ln \left[ -\ln \left( \frac{n}{N+1} \right) \right] = \frac{\alpha}{\beta} - \frac{x}{\beta} \quad (5)$$

Igualando a equação (5), a  $y$ , temos a equação (6).

$$y = \ln \left[ -\ln \left( \frac{n}{N+1} \right) \right], \quad a = \frac{\alpha}{\beta} \quad \text{e} \quad b = -\frac{1}{\beta} \quad (6)$$

Assim, a equação (5), torna-se uma equação do 1º grau, conforme a equação (7) a seguir:

$$y = a + bx \quad (7)$$

em que os parâmetros  $a$  e  $b$  foram obtidos pelo equação (8) a seguir:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (8)$$

em que:  $\bar{y}$  é a média de  $y$  e  $b$ , obtido pela equação (9) a seguir:

$$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \quad (9)$$

O Método de Lieblein consiste na organização dos dados em ordem cronológica e subdivididos em grupos, com no máximo seis observações para cada cálculo. Dentro de cada grupo os dados devem ser ordenados em ordem crescente e ponderados de acordo com os

<sup>1</sup> Mestrando (a) em Meteorologia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, DEA, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, (31) 3899-1890, givanildogois@hotmail.com; jael@ubernet.com.br; mmeleuterio@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Meteorologia Agrícola, DEA/UFV, 31 3899-1890, E-MAIL: jlcabral@hotmail.com; Anderson@cientec.net; cid\_amorim@hotmail.com

<sup>3</sup> PHD. Prof. Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa - MG, (31) 3899 2729, E-mail: lc.costa@ufv.br

respectivos pesos estatísticos estabelecidos por Lieblein, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Pesos estatísticos para estimativa dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , segundo Lieblein.

GRUPO		X1	X2	X3	X4	X5	X6
G1							
G2	a <sub>2</sub>	0,9164	0,0836				
	b <sub>2</sub>	-0,7214	0,7214				
G3	a <sub>3</sub>	0,6563	0,2557	0,0880			
	b <sub>3</sub>	-0,6305	0,2558	0,3747			
G4	a <sub>4</sub>	0,5100	0,2649	0,1537	0,0714		
	b <sub>4</sub>	-0,5586	0,0859	0,2239	0,2488		
G5	a <sub>5</sub>	0,4189	0,2463	0,1676	0,1088	0,0584	
	b <sub>5</sub>	-0,5031	0,0065	0,1321	0,1817	0,1845	
G6	a <sub>6</sub>	0,3555	0,2255	0,1656	0,1211	0,0835	0,0489
	b <sub>6</sub>	-0,4593	-0,0360	0,0732	0,1267	0,1495	0,1458

Fonte: Thom, 1966.

As estimativas de  $\alpha$  e  $\beta$ , são obtidas pelas equações (10) e (11):

$$\alpha = \frac{\alpha_j \sum x_j}{K} \quad (10); \quad \beta = \frac{\beta_j \sum x_j}{K} \quad (11)$$

em que: K, é o número de grupos formados.

Método de Máxima Verossimilhança consiste num método iterativo nos quais os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , são obtidos pelas equações (12) e (13):

$$\alpha = -\beta \ln \left[ \frac{\sum \exp(-\bar{X})}{N} \right] \quad (12)$$

$$\beta = \bar{X} - \frac{\sum X_i \exp\left(-\frac{X}{\beta}\right)}{\sum \exp\left(-\frac{X}{\beta}\right)} \quad (13)$$

O valor inicial de  $\beta$  para iniciar a interação é obtido pela equação (3) apresentada anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados de precipitação pluvial, tabela 2, para os meses de Dezembro de 1968 a 2002, verifica-se que 1979 apresenta o maior valor de precipitação pluvial 163,90 mm e 1970 o menor valor 23,60 mm dentro da série estudada.

Tabela 2. Valores de precipitação máximas em 24 horas nos meses de dezembro (1968 – 2002) na cidade de Viçosa – MG.

Ano	Prec. Máx.	Ano	Prec. Máx.	Ano	Prec. Máx.	Ano	Prec. Máx.
1968	49,60	1977	65,30	1986	55,80	1995	69,50
1969	56,80	1978	36,20	1987	110,80	1996	46,40
1970	23,60	1979	163,90	1988	56,70	1997	59,50
1971	53,20	1980	54,60	1989	67,30	1998	27,60
1972	44,60	1981	49,00	1990	67,70	1999	28,40
1973	27,20	1982	41,20	1991	49,40	2000	53,50
1974	106,00	1983	45,80	1992	55,20	2001	69,10
1975	49,60	1984	52,90	1993	47,20	2002	55,50
1976	46,80	1985	49,90	1994	66,00		

Na Tabela 3, encontram-se os respectivos valores dos métodos de Regressão, Momento, Lieblein e Verossimilhança. Onde constata-se que o método de Lieblein apresenta o maior valor para o parâmetro  $\alpha$  (94,89) e o menor valor do parâmetro  $\beta$  (32,78) respectivamente, e esses parâmetros determinaram a ocorrência de precipitação máxima em 99% e 95% de probabilidade que correspondem aos valores extremos máximos de precipitações de 192,25 mm e 245,69 mm respectivamente.

Tabela 3. Valores dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , extremos máximos de precipitações em 24 horas para as probabilidades de 95% e 99% de ocorrências de precipitações no município de Viçosa-MG.

Métodos	$\alpha$	$\beta$	Prec. Máx. (99%)	Prec. Máx. (95%)
Regressão	24,81	43,79	157,91 mm	117,47 mm
Momentos	20,15	45,57	138,24mm	105,40 mm
Lieblein	94,89	32,78	245,69mm	192,25 mm
Verossimilhança	14,50	48,44	115,13 mm	91,50 mm

## CONCLUSÕES

A distribuição Gumbel mostrou-se ser um modelo estatístico eficiente no cálculo dos valores extremos máximo de precipitação em 24 horas, aos níveis de probabilidade de 95% e 99%.

Porém, observa-se que os métodos, de regressão, momento e verossimilhança, apresentaram valores inferiores ao método de Lieblein. Comparando a precipitação máxima ocorrida em 1979, com a obtida pelo método de Lieblein, ao nível de probabilidade de 99% e 95%. Onde o método de Lieblein fornece uma margem de segurança, adequada ao dimensionamento de obras hidráulicas na cidade de Viçosa-MG.

## REFERÊNCIAS

- Assis, F. N; Arruda H. V. & Pereira A.R. Aplicações de Estatística à Climatologia. Pelotas: Ed. Universitária / UFPEL, Rio Grande do Sul - RS. p 61-69, 1996.
- Gois, G., Lima, E. P., Costa, L.C., Júnior, J. F.O., Monteiro, P. S., SILVA JÚNIOR, J. L. C. Variação Interanual da Precipitação Pluvial em alguns Municípios do estado de Alagoas. XIV SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, IV MOSTRA CIENTÍFICA DA PÓS-GRADUAÇÃO E II SIMPÓSIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, Anal..., Viçosa, Minas Gerais, 2004. 1 CD-ROOM.
- Silva, D. D., Filho, R. R. G., Pruski, F. F., Pereira, S. B., Novaes, L. F. Chuvas Intensas no estado da Bahia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 6, n. 2, p362-367, 2002. Campina Grande, PB, DEA/UFCG-<http://www.agriambi.com.br>
- Silva Mendonça, M; Gonçalves, A, R; Makino, M. Distribuição de probabilidade de valores extremos da precipitação máxima de 24 Horas de Belém do Pará. In XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Anal..., Foz do Iguaçu, Paraná, 2002. 1 CD-ROOM.
- Thom, H. C. S. Some methods of climatological analysis. Roma, FAO, 1966. 50p. (FAO. Technical Notes 81).