

TAMANHO MÍNIMO NECESSÁRIO DE UMA SÉRIE CONTINUA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA HISTÓRICA DE PIRACICABA – SP, BRASIL.

Aurélio Telatin Júnior¹, Sônia Maria Stéfano Piedade², Jarbas Honorio de Miranda³

ABSTRACT - The theory of extreme value, specially Gumbel's distribution, describes the behaviour of points most aparted from the mean of a distribution. It is of great importance in applied statistics to analyze data from physical measurements. Among several research fields in which the Gumbel's distribution is applied, the meteorological phenomena researches can be pointed out, mainly the maximum rainfall. The daily maximum rainfall data and its return interval are used for the elaboration of agricultural projects and hydraulic engineering, such as: the dimensioning of draining and irrigation channels, spillways, barrages, roads and soil conservation. The aim of this work was to determine the necessary minimum size of an annual series in order to estimate the daily maximum rainfall in the Piracicaba – SP region using Gumbel's distribution. By means of the analysis of the results it was concluded that in order to get 2% of positive mean deviation in relation to a complete data series of 88 years, it must be used, at least, series of near 45 years long.

INTRODUÇÃO

A precipitação é entendida em hidrologia como toda a água em forma líquida ou sólida, proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre (Pinto, 1995, citado por Beijo, 2002).

A distribuição das precipitações pluviais no espaço e no tempo está diretamente ligada ao sucesso das atividades agrícolas, que devem ser planejadas em função de estimativas meteorológicas.

O tratamento dos dados de precipitação para os problemas hidrológicos é estatístico. Segundo Beijo (2002), a ocorrência da precipitação é um processo aleatório que não permite uma previsão determinística com grande antecedência. A precipitação é um fenômeno ou evento natural, e o seu estudo bem como as análises dos problemas por ela causados dependem de sua magnitude, duração e localização, que só podem ser avaliados com o auxílio da estatística. Não é possível fixar um limite insuperável para os fenômenos naturais, mas um limite extremo possui baixa probabilidade de ser superado.

A precipitação máxima é entendida como a ocorrência extrema com duração, distribuição temporal e espacial crítica para uma área ou bacia hidrográfica (Tucci, 2000).

A Distribuição de Gumbel tem se mostrado adequada para descrever eventos climáticos extremos (Bautista, 2002).

Os projetos hidráulicos e de engenharia em geral são concebidos considerando-se o custo mínimo associado a um risco admissível de falhas, o que requer a previsão de valores máximos de precipitações, de ventos, e vazões que possam vir a ocorrer numa dada região bem como o seu período de retorno, que é o intervalo médio de anos que separam um evento de dimensão conhecida de outro evento com dimensão igual ou superior.

Wisler (1964), citado por Miranda (2002) estudou a variação periódica da precipitação relacionada à porcentagem média do desvio de séries menores em relação à média considerada verdadeira, ou série completa, e concluiu que um desvio da ordem de 2% é um valor confiável para a maioria das finalidades da engenharia. A Organização Meteorológica Mundial (O. M. M.) determinou que as médias anuais normais devem ser calculadas por séries com no mínimo 30 anos de observações (Cruciani, 1987).

O presente trabalho teve como objetivo determinar o tamanho mínimo de uma série para a região de Piracicaba – SP, visando representar com segurança, chuvas diárias máximas para alguns períodos de retorno com desvios médios positivos da ordem de 2% .

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram utilizados dados de precipitações de 1917 a 2004, 88 anos, provenientes do Posto Agrometeorológico da ESALQ/USP Piracicaba – São Paulo - Brasil, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 22° 42' S, longitude de 47° 38' W e altitude de 546 metros.

Foram montadas séries de 10 anos com dados de precipitação máxima diária, do primeiro ao décimo ano, do segundo ao décimo primeiro ano, e assim por diante, totalizando no final 79 elementos. Da mesma forma foi montada a série de 11 anos, a qual tinha 78 elementos e assim por diante, até a série de 88 anos a qual possuía um único elemento.

As chuvas foram ajustadas à distribuição de Gumbel, por:

$$\mathbf{x} = \bar{\mathbf{x}} + \frac{\sigma_{\mathbf{x}}}{\sigma_n} (\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_n) \quad (1)$$

Onde:

X = evento analisado, mm;

$\bar{\mathbf{x}}$ = média da série finita, mm;

$\sigma_{\mathbf{x}}$ = desvio padrão da série finita, mm;

σ_n = desvio padrão da variável reduzida, mm;

Y = variável reduzida e

\mathbf{Y}_n = média da variável reduzida.

O desvio padrão da série é corretamente calculado por:

$$\sigma_{\mathbf{x}} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^2}{\mathbf{n} - 1}} \quad (2)$$

Os valores de Y para cada período de retorno (T), anos, foram calculados por:

¹ Eng° Agrônomo, mestrando em "Física do Ambiente Agrícola" do Depto de Ciências Exatas – ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11, cx 09 CEP 13.418-900, Piracicaba –SP Brasil. (telatin@esalq.usp.br)

² Profa. Dra. Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil. (soniamsp@esalq.usp.br)

³ Prof. Dr. Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil. (jhmirand@esalq.usp.br)

$$Y = -\text{Ln}\left[-\text{Ln}\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right] \quad (3)$$

A média reduzida e o desvio padrão reduzido, cujos valores dependem do tamanho da série, foram obtidos de tabelas apresentadas por Cruciani (1987).

Para os cálculos dos desvios entre as chuvas de cada série incompleta em relação à completa, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos utilizou-se a seguinte equação:

$$d_{\pm} = \frac{(hc_T - hi_T)}{hc_T} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

d = desvio (positivo ou negativo) em %;

hc_T = chuva máxima da série completa para cada período de retorno, mm, e.

hi_T = chuva máxima da série incompleta para cada período de retorno, mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se uma tendência temporal positiva, ou seja, um pequeno aumento na altura das chuvas máximas, em mm, na região de Piracicaba (Figura 1).

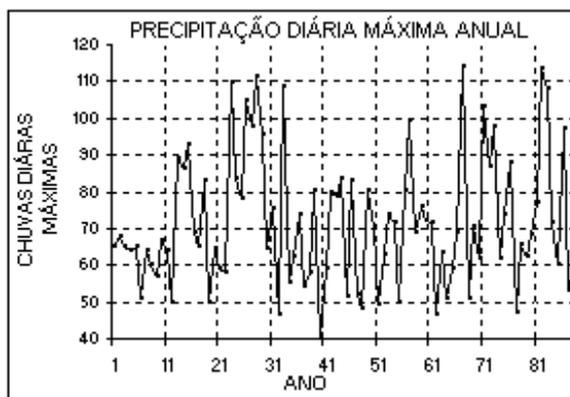


Figura 1. Representação gráfica dos dados de precipitação diária máxima anual de Piracicaba – SP.

O fato das curvas apresentarem desvios positivos nulos deve-se a tendência temporal positiva da série utilizada no estudo. Percebe-se claramente que quanto maior o número de anos de observações que compõem a série incompleta, menor é o desvio em relação à série completa, (Figura 2).

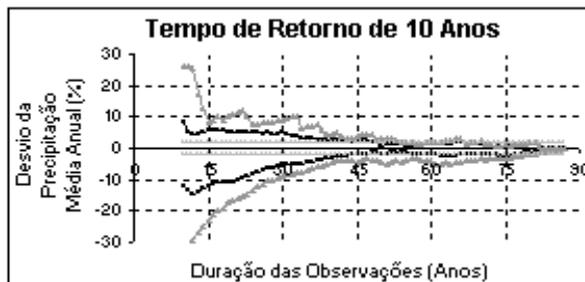


Figura 2. Valores médios e máximos dos desvios em %, das séries incompletas em relação à completa para período de retorno de 10 anos.

Para a análise dos dados de precipitação diária máxima anual de uma série de 88 anos, é necessária uma série de tamanho mínimo em torno de 45 anos, que representa um desvio médio positivo de 2 % (Tabela 1). Este número de anos está em concordância com o encontrado por Miranda (2002), que obteve um tamanho mínimo de 35 anos para uma série de 46 anos de observações. Quanto maior a série histórica analisada maior será o tamanho mínimo necessário para representa-la, porém, este aumento não é proporcional.

Tabela 1. Número de observações anuais necessárias em Piracicaba – SP, para obter desvio de 2% em relação à série completa de precipitação diária máxima.

TEMPO DE RET.	DES. MÉDIO (+)	DES. MÉDIO (-)	MÉDIA	DES. MÁX (+)	DES. MÁX (-)	MÉDIA
ANOS						
2	43	34	38,5	47	40	43,5
5	47	42	44,5	55	79	67
10	49	44,5	46,8	55	80	67,5
25	43	48	45,5	56	81	68,5
50	43	50	46,5	56	81	68,5
100	43	50	46,5	56	81	68,5
MÉDIA	44,67		44,7	54,17		63,9

Para Piracicaba e região uma seqüência de dados de 45 anos é suficiente para a maioria das obras de engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista, E. A. L. A distribuição generalizada de valores extremos no estudo da velocidade máxima do vento em Piracicaba – SP. Piracicaba, 2002. 47 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Beijo, L. A. Distribuição de Gumbel: Estudo de métodos de estimação dos parâmetros e ajuste aos dados de precipitação máxima de Lavras, MG. Lavras, 2002. 91 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras.
- Cruciani, D. E. A drenagem na agricultura. 4ª ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337p.
- Miranda, J.H; Duarte, S.N; Araújo, W.F. Alves, A. B. Definição do tamanho da série histórica de precipitação diária máxima para Boa Vista – RR, Brasil. Engenharia Rural, Piracicaba – SP, v.13, nº único, p. 85-89, 2002.
- Tucci, C. E. M. Hidrologia : ciência e aplicação. Imprensa Porto Alegre - RS Ed. da Universidade/UFRGS; ABRH, 943 p. 2000.