

## IDENTIFICAÇÃO DAS PROBABILIDADES DE EVENTOS EXTREMOS MÁXIMOS NA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DE BELÉM

Glayson Francisco Bezerra das Chagas<sup>1</sup>, Bruno Takeshi Tanaka Portela<sup>1</sup>, Dayana Castilho de Souza<sup>1</sup>, Edson José Paulino da Rocha<sup>2</sup>, Maurício Castro da Costa<sup>3</sup>, Andreza Carla da Silva Martins<sup>4</sup>

**ABSTRACT** - A series of 78 years of precipitation of the city of Belém was used, located in the latitude 1° 27' 21" S and longitude 48° 30' 16" W, in the State of Pará, regarding the period from 1923 to 2001, where it was verified their probability of occurrence of maximum extreme events of 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95% and 99%. starting from this series it was used: Method of the Moments, Method of Regression and Method of Verisimilitude, all so that they were certain the parameters the  $\alpha$  and  $\beta$  of the distribution of the function of probability  $F(x)$ . After obtaining the respective values of the probabilities with this procedure it was verified that the method in that there was larger expression This paper had the objective of taking to the local community's knowledge, that you/they are the most important users of our studies, the probability of such occurrences, have seen that with such knowledge the same ones will be guarding against for possible precipitations with extreme values that possibly can bring damages to their plantations and other works and services that have that parameter as something beneficial, but that can become malicious in consequence of those ends

### INTRODUÇÃO

Uma variável hidrológica como precipitação, que é a estudada neste trabalho, (assim como as outras como descargas, evaporação, etc.) apresenta, se observada ao longo do tempo, variações sazonais. Com um estudo de uma série longa perceber-se claramente a ocorrência, de extremos (máximos e mínimos).

Como esta variável hidrológica está sempre associada a uma probabilidade de ocorrência, todas as comunidades devem ser alertadas para que dimensionem as suas construções e preparem-se para um determinado "risco" de falha.

A estatística tem por objetivo de fazer a extração de informações inferidas em uma série de dados. Assim, a utilização de parâmetros estatísticos é imprescindível. Neste trabalho, foram utilizados a média e o desvio padrão, uma vez que ambos interagem, sendo o desvio padrão uma forma de medir o grau de dispersão em relação à média em uma série de dados.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de Precipitação correspondentes ao período de 1923 a 2001 foram cedidos pelo INMET (Pa), coletados pela Estação Belém, código: 00148002, localizada na latitude 1° 27' 21" Sul e longitude 48° 30' 16" Oeste, no Estado do Pará.

Para que fosse verificada a precipitação pluvial máxima provável, foram utilizados dados correspondentes de 79 anos de PRP média anual.

Após ter sido feita a seleção das Precipitações máximas por ano, foi-se utilizada a Distribuição de Probabilidade Fisher-Tippet ou Distribuição de Gumbel, que tem como sua função de densidade de probabilidade e forma:

1)  $f(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left[-\frac{x-\alpha}{\beta}\right] \exp\left\{-\exp\left[-\frac{x-\alpha}{\beta}\right]\right\}$ ,  
Cujas função cumulativa de probabilidade é definida por:

2)  $F(x) = \exp\left\{-\exp\left[-\frac{x-\alpha}{\beta}\right]\right\}$ , onde:

$x$  é a precipitação máxima mensal;

$\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros de estimativas que foram determinados através dos métodos que foram: Método dos Momentos, Método de Regressão e Método da Máxima Verossimilhança.

**MÉTODO DOS MOMENTOS** - As estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  foram baseadas nos dois primeiros momentos da amostra, sendo elas a média  $\bar{X}$  (501,5mm) e o desvio padrão  $s$  (94,99), obtidos pelas seguintes equações:

3)  $\alpha = \bar{X} - 0,5772 * \beta$ , onde;

4)  $\beta = \text{Raiz}(6) / \pi * s$ .

Estas estimativas através do método dos momentos foram obtidas pela função cumulativa de probabilidade para a cidade de Belém da seguinte forma:  $F(x) = \exp\left\{-\exp\left[-\frac{x-74,06}{458,71}\right]\right\}$ , e As precipitações médias máximas anuais foram obtidas diretamente da equação aplicando-se duas vezes o logaritmo da função, ou seja,

$$4) -\ln[F(x)] = \exp\left\{-\exp\left[-\frac{(X-\alpha)}{\beta}\right]\right\}$$

**MÉTODO DA REGRESSÃO** - Igualando-se a equação 2, com a regressão de  $n/(N+1)$ , isto é,  $F(x) = n/(N+1)$ , sendo:  $N$ =tamanho da amostra e  $n$ =o número de ordem  $e$ , passando duas vezes o logaritmo neperiano  $\ln$  resultou:

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

Denotado por:

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

A equação 5 toma forma de uma equação da reta, dada por:  $y = a + bx$ , onde os parâmetros  $a$  e  $b$  foram estimados da seguinte forma:

7)  $a = \bar{y} - b\bar{x}$ , onde  $\bar{y}$  é a média de  $Y$  (equação 5)

<sup>1</sup> Alunos de Graduação em Meteorologia/UFPa. E-mail: [glayson@ufpa.br](mailto:glayson@ufpa.br), [takeshi@ufpa.br](mailto:takeshi@ufpa.br), [dayanacastilho@gmail.com](mailto:dayanacastilho@gmail.com) ;

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Departamento de Meteorologia/UFPa. E-mail: [eprocha@ufpa.br](mailto:eprocha@ufpa.br),

<sup>3</sup> Professor Substituto da UFRA. E-mail: [mcc@ufpa.br](mailto:mcc@ufpa.br).

<sup>4</sup> Meteorologista e Bolsista do projeto LBA. E-mail: [krlamartins@hotmail.com](mailto:krlamartins@hotmail.com).

$$8) b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}$$

**METODO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA** – As estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  para este método foram obtidas pela solução das seguintes equações:

$$9) \alpha = -\beta \ln \left[ \frac{\sum \exp \left[ -\bar{X} / \beta \right]}{N} \right] e$$

$$10) \beta = \bar{X} - \frac{\sum x_i \text{EXP}(-X / \beta)}{\sum \text{EXP}(-X / \beta)}$$

sendo que o valor de  $\beta$  que iniciou a iteração foi o valor calculado pelo equação 4 do método dos momentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que os métodos mais recomendados para o cálculo da precipitação máxima provável nesse tipo de dados são os Métodos de Regressão e Máxima Verossimilhança, uma vez que os métodos levam em consideração o tamanho da amostra (N) e a média da série (X) somente para uma margem pequena de erros (99%), pois para o restante os resultados mostram-se ineficientes, dando uma maior segurança para, por exemplo, a construção de obras como barragens e para prevenção contra danos e prejuízos ocasionados em plantações por este fenômeno atmosférico em excesso, assim também, auxiliar o usuário destas informações para fazerem seus planejamentos de negócios que envolvam a necessidade de se conhecer quantitativamente a precipitação de uma região.

Sendo que o Método dos Momentos apresentou valores sempre abaixo dos observados na série de dados estudados, mostrando-se pouco confiável para importância que esses dados representam.

Tabela 1. Valores de PRP máx Provável pelo Método dos Momentos.

Método dos Momentos	PRP máx Provável (mm)
F(10%)	396,9
F(20%)	423,5
F(30%)	445,0
F(40%)	465,2
F(50%)	485,9
F(60%)	508,5
F(70%)	535,1
F(80%)	569,8
F(90%)	625,4
F(95%)	678,7
F(99%)	799,4

Tabela 2. Valores de PRP máx Provável pelo Método da Regressão.

Método da Regressão	PRP max Provável (mm)
F(10%)	390,8
F(20%)	419,3
F(30%)	442,4
F(40%)	464,1
F(50%)	486,3
F(60%)	510,6
F(70%)	539,2
F(80%)	576,5
F(90%)	636,3
F(95%)	693,5
F(99%)	823,3

Tabela 3. Valores de PRP máx Provável pelo Método da Máxima Verossimilhança.

Mét. Da Máxima Verossimilhança	PRP máx Provável (mm)
F(10%)	413,0
F(20%)	440,7
F(30%)	463,2
F(40%)	484,3
F(50%)	505,9
F(60%)	529,5
F(70%)	557,3
F(80%)	618,1
F(90%)	651,6
F(95%)	707,3
F(99%)	833,5

As Tabelas acima confirmam a melhor adequação dos Métodos: Regressão e Máxima Verossimilhança, aos dados estudados neste trabalho, com os seus valores próximos ao valor máximo já observado na série que foi de 802,4mm no ano de 1924. Sendo desta forma, muito importante à conscientização dos engenheiros, agricultores e todos a quem possa interessar o estudo aqui apresentado, dos valores máximos de precipitação que pode ocorrer, deixando em aberto o interesse em pesquisas que envolvam esses máximos, para verificação das causas e conseqüências mais específicas.

## REFERÊNCIAS

- Costa, M.C. Estudos Hidrometeorológicos na Bacia do Rio Mundaú – Alagoas e Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Maceió UFAL -2004
- Souza Júnior, P. I. C, Pacheco, R. B. Distribuição de probabilidade, período de retorno e risco permissível de valores extremos de descarga máxima de 24 horas da estação hidrométrica de Belo Horizonte, localizada na Bacia do Rio Xingu. Trabalho de Curso de Especialização em Meteorologia Tropical. Área de concentração em Hidrometeorologia / UFPA-2001.