

ESTUDO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS PARA O ESTADO DE SERGIPE: ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL

**GUSTAVO ALVES PEREIRA¹, JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO², RUBENS JUNQUEIRA³,
UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES⁴, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO⁵**

¹ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG, (35)99770573, gustavo.tiguto@gmail.com.

² Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.

³ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁴ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A ocorrência de eventos hidrológicos extremos interfere drasticamente em diversas atividades antrópicas. A análise probabilística desses eventos possibilita identificar potenciais riscos, principalmente associados ao uso e ocupação do solo, e aplicar ações mitigadoras nas áreas de ocorrência destes eventos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes métodos de distribuição de probabilidades aplicados à série de dados de precipitação máxima diária anual em três cidades representativas do estado de Sergipe: Aracaju, Itabaianinha e Propriá. Foram ajustadas as distribuições Log Normal a dois parâmetros e Gumbel para máximos. A estas distribuições foram aplicados os testes de adequabilidade de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado para avaliar a qualidade dos ajustes. Ambas as distribuições apresentaram ajustes satisfatórios as séries de dados utilizadas para todas as cidades. A distribuição de Gumbel para máximos forneceu o melhor resultado para a cidade de Aracaju de acordo com os índices de adequabilidade aplicados e a distribuição Log Normal apresentou o melhor ajuste para as cidades de Itabaianinha e Propriá, representando assim alternativas na determinação das chuvas críticas para as regiões estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia aplicada, Probabilidade, Testes de aderência.

STUDY OF EVENTS HYDROLOGICAL EXTREMES FOR SERGIPE STATE: ANALYSIS OF MAXIMUM DAILY ANNUAL RAINFALL

ABSTRACT: The occurrence of extreme hydrological events interposes dramatically in various human activities. The probabilistic analysis helps identify potential risks, particularly associated with land use, and implement mitigating actions in the areas of occurrence of these events. In this context, the aim of this study was to analyze the performance of different methods of probability distribution applied to the data series of maximum daily annual rainfall for three representative cities of Sergipe state: Aracaju, Itabaianinha e Propriá. Log-Normal two parameters and Gumbel were used to analyzed the rainfall behavior. Kolmogorov-Smirnov and Chi-square test were applied in order to evaluate the quality of the adjustments. Both distributions presented satisfactory results of the data series. However, Gumbel distribution for maximum has generated better results for Aracaju according to the non-parametric tests applied and Log-Normal distribution provide the best result for Itabaianinha and Propriá cities, representing thus an alternative in determining the critical rainfall for the region.

KEYWORDS: Applied Hydrology, Probability, Adhesion tests.

INTRODUÇÃO: Dentre as características de grande interesse das precipitações está o estudo da frequência da precipitação pluvial diária máxima, que é normalmente representada por uma Função de Probabilidade que melhor se ajuste a valores extremos, sendo do tipo assintótico (MELLO & SILVA, 2005). A precipitação pluvial é uma variável de suma importância em estudos hidrológicos correspondendo a toda água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre (TUCCI, 2007). A qualidade do ajuste das funções de densidade de probabilidade aos dados observados pode ser verificada por meio de testes de aderência, onde os mais usuais são os testes de Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado (ARAÚJO et al., 2010). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes métodos de distribuição de probabilidades aplicados à série de dados de precipitação máxima diária anual em três cidades representativas do estado de Sergipe: Aracaju, Itabaianinha e Propriá.

MATERIAL E MÉTODOS: O estado de Sergipe, localizado no nordeste brasileiro, possui 75 municípios e uma área total de 21.915,116 km² com mais de 2 milhões de habitantes. Na tabela 1 estão representados os postos pluviométricos utilizados na análise da precipitação máxima diária anual.

TABELA 1: Postos pluviométricos do estado de Sergipe.

| Código | Estação | Latitude | Longitude | Altitude (m) | Período da Série |
|--------|--------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|
| 83096 | Aracaju | 10:95 sul | 37:05 oeste | 4,72 | 1961 - 2010 |
| 83195 | Itabaianinha | 11:2725 sul | 37:794722 oeste | 208 | 1963 - 2010 |
| 83097 | Propriá | 10:213611 sul | 36:841944 oeste | 19,92 | 1963 - 2010 |

Foram utilizadas séries históricas de precipitação obtidas do banco de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). As séries foram trabalhadas de maneira a obter as séries de precipitação máxima diária anual de cada posto. Foram ajustadas as distribuições de probabilidade Log-Normal a dois parâmetros (Equação 1) e Gumbel para máximos (Equação 2).

$$P(x > x_i) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2} dx \quad (1)$$

$$P(x > x_i) = 1 - e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}} \quad (2)$$

em que, α e μ são parâmetros da distribuição.

A fim de testar a aderência das distribuições ajustadas aos dados observados, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov (Equação 3) e Qui-Quadrado (Equação 4), ambos considerando um nível de significância de 5% de probabilidade.

$$|\Delta F|_{calculado_max} \leq |\Delta F|_{tabelado(n,\alpha)} \quad (3)$$

$$x^2_{calculado} = \sum_{i=1}^n \frac{(Fobs_i - Fteorico_i)^2}{f_{teorico_i}} \quad (4)$$

em que, n corresponde ao número de classes, $Fobs_i$ e $Fteorico_i$ correspondem as frequências observadas e teóricas na classe i , respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 estão apresentados os gráficos que relacionam os dados observados com as distribuições ajustadas para as estações pluviométricas analisadas neste estudo.

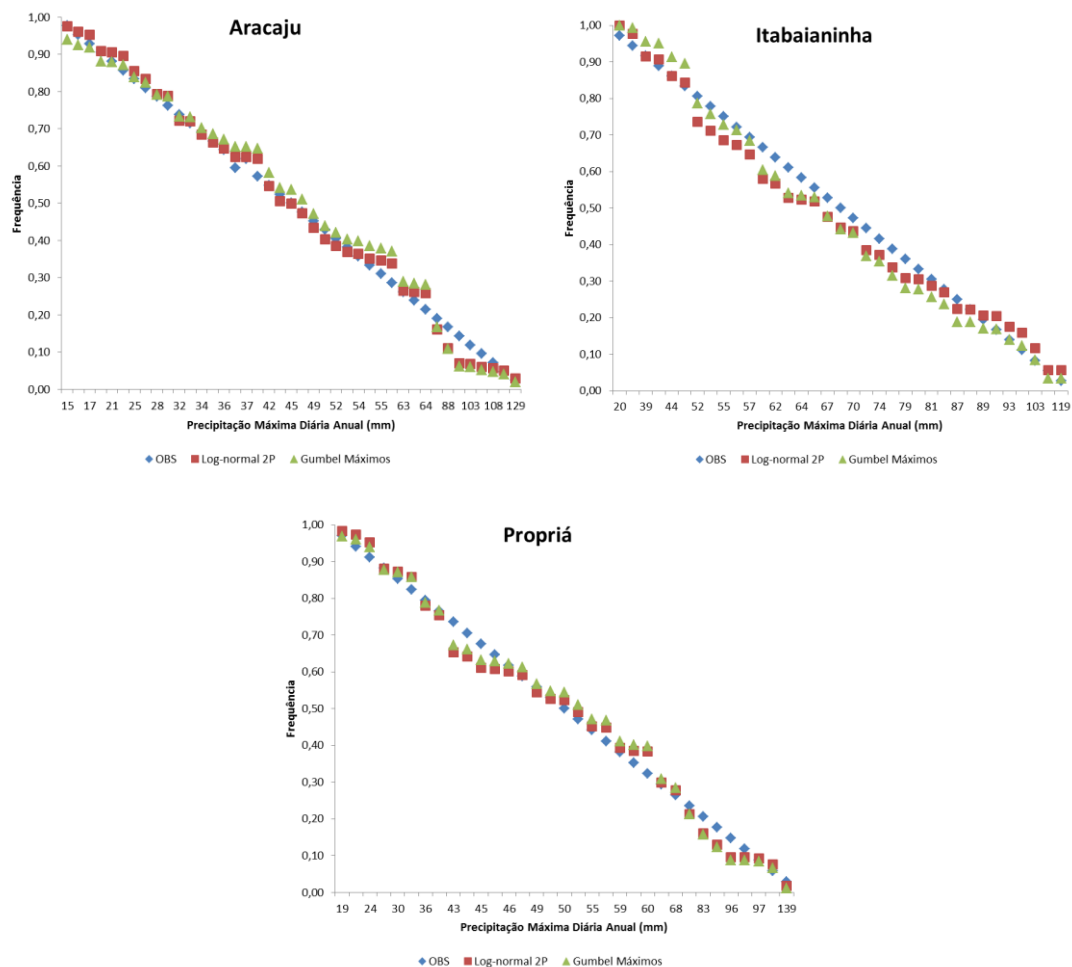


Figura 1. Ajustes das distribuições de probabilidade aos dados dos três postos pluviométricos analisados para o estado de Sergipe.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos testes de aderência aplicados às distribuições de probabilidade ajustadas.

TABELA 2. Resultado dos testes de aderência aplicados às distribuições de probabilidade ajustadas.

| Distribuição | Estações | Testes de Aderência | | | |
|----------------|----------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | $\Delta F_{\text{critico}}$ | $\Delta F_{\text{calculado}}$ | $\lambda 2_{\text{critico}}$ | $\lambda 2_{\text{calculado}}$ |
| Gumbel Máximos | 83096 | 0,210 | 0,085 ^{NS} | 7,815 | 0,005 ^{NS} |
| | 83195 | 0,226 | 0,080 ^{NS} | 7,815 | 0,592 ^{NS} |
| | 83097 | 0,232 | 0,085 ^{NS} | 7,815 | 0,057 ^{NS} |
| Log-normal 2P | 83096 | 0,210 | 0,073 ^{NS} | 7,815 | 0,008 ^{NS} |
| | 83195 | 0,226 | 0,086 ^{NS} | 7,815 | 0,517 ^{NS} |
| | 83097 | 0,232 | 0,073 ^{NS} | 7,815 | 0,040 ^{NS} |

NS: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P < 0,05$)

Observa-se que a distribuição de Gumbel para máximos e a distribuição Log-Normal com dois parâmetros apresentaram desempenho satisfatório nos dois testes aplicados para todas as estações estudadas não apresentando diferenças significativas entre os valores observados e estimados.

CONCLUSÕES: O teste de aderência Kolmogorov-Smirnov indicou adequabilidade das duas distribuições estudadas para todas as estações pluviométricas. Além disso, o teste do Qui-quadrado também foi adequável ao nível de 5% de significância o ajuste da distribuição Log-Normal para todas as estações. Adicionalmente, as séries históricas foram mais bem representadas pela distribuição de Gumbel para máximos.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Fundecc (Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural) e a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo fomento que viabilizou a apresentação desse trabalho.

REFERÊNCIAS: MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Métodos Estimadores dos Parâmetros da Distribuição de Gumbel e sua Influência em Estudos Hidrológicos de Projeto. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 318-334, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia, Ciências e Aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre : UFRGS/ABRH, 2007. 943p.

ARAÚJO, E. M.; OLIVEIRA, J. B.; SILVA, M. G.; VIANA, P. C.; ALVES, A. S. Análise da aderência de distribuições de probabilidade aos dados de temperatura máxima e mínima do ar em Iguatu - CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 104-109, 2010.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados pluviométricos para estações representativas do estado de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal.asp>>. Acesso em: 03 de março de 2015.