

## ANÁLISE DA VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO, MG

GUSTAVO ALVES PEREIRA<sup>1</sup>, JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO<sup>2</sup>, UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES<sup>3</sup>, RUBENS JUNQUEIRA<sup>4</sup>, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO<sup>5</sup>

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

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

<sup>3</sup> Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

<sup>4</sup> Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

<sup>5</sup> 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 análise da ocorrência de vazões máximas é importante para identificar prováveis áreas de inundação e dimensionar obras hidráulicas, permitindo identificar potenciais riscos e aplicar ações mitigadoras. Estudos probabilísticos de eventos hidrológicos extremos são fundamentais para o desenvolvimento de ações de planejamento e políticas de gestão dos recursos hídricos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes métodos de distribuição de probabilidades aplicados à série de dados de vazão máxima diária anual para a bacia hidrográfica do Rio Pardo, Minas Gerais. Foram ajustadas as distribuições Log Normal a dois parâmetros e Gumbel. A estas distribuições foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado para avaliar a qualidade dos ajustes. Ambas as distribuições apresentaram ajustes satisfatórios a série de dados utilizada. Contudo, a distribuição Gumbel forneceu os melhores resultados de acordo com os índices de adequabilidade aplicados, representando assim uma alternativa na determinação das vazões máximas para a região.

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

### MAXIMUM DAILY ANNUAL FLOW ANALYSIS FOR PARDO RIVER WATERSHED, MG

**ABSTRACT:** The analysis of the occurrence of peak flows is important to identify areas more susceptible to flooding and design hydraulic projects, allowing to characterize potential risks and to apply mitigating actions. Probabilistic studies of hydrologic extreme events are crucial for the development of planning actions and policies for water resources management. In this context, the aim of this study was to analyze the performance of two probability distribution models applied to the maximum daily annual flow long-term series for Pardo river watershed, Minas Gerais. Log Normal at two parameters and Gumbel distributions were fitted and Kolmogorov-Smirnov and Chi-square tests were applied to evaluate the fittings. Both distributions have shown satisfactory fitting, however, Gumbel distribution has returned better results according, representing an alternative for determining peak flows for the region.

**KEYWORDS:** Applied Hydrology, Probability, Adhesion tests.

**INTRODUÇÃO:** Dentre as características de grande interesse das vazões está o estudo da frequência da vazão máxima diária anual, que é normalmente representada por uma Função de Probabilidade que melhor se ajuste a valores extremos. De acordo com Tucci et al. (2004) a estimativa das vazões máximas possui importância fundamental na determinação dos custos e da segurança dos projetos de engenharia, servindo de base para a aplicação de medidas de ordem estrutural e não estrutural visando o controle e atenuação das cheias. 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). A bacia do Rio Pardo tem um alto risco para ocorrência de eventos extremos além de ser utilizada como fonte de água para o desenvolvimento da produção agropecuária. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes métodos de distribuição de probabilidades aplicados à série de dados de vazão máxima diária anual para a bacia hidrográfica do Rio Pardo, Minas Gerais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A bacia hidrográfica do Rio Pardo, localizada no nordeste do estado de Minas Gerais, possui uma área de drenagem de 5520 km<sup>2</sup> até o posto fluviométrico da Fazenda Benfica do município de Indaiabira. Na tabela 1 está representado as principais características do posto fluviométrico analisado.

TABELA 1: Posto fluviométrico da Fazenda Benfica.

Código	Área (km <sup>2</sup> )	Latitude	Longitude	Estação	Altitude (m)
53490000	5520	15:41:53 sul	42:10:19 oeste	Fazenda Benfica	714

Foi utilizada série histórica de vazão obtida do banco de dados HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA, 2014). A série foi trabalhada de maneira a obter a série de vazão máxima diária anual para a bacia em questão. Os dados da série foram ordenados de forma decrescente, obtendo-se a frequência de excedência dos dados observados. Foram ajustadas as distribuições de probabilidade Log-Normal a dois parâmetros (Equação 1) e Gumbel para máximos (Equação 2).

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

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

em que,  $\alpha$  e  $\mu$  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 esta representada o gráfico relacionando as distribuições Log-normal 2P e Gumbel para Máximos com os dados observados para a estação do posto fluviométrico da Fazenda Benfica.

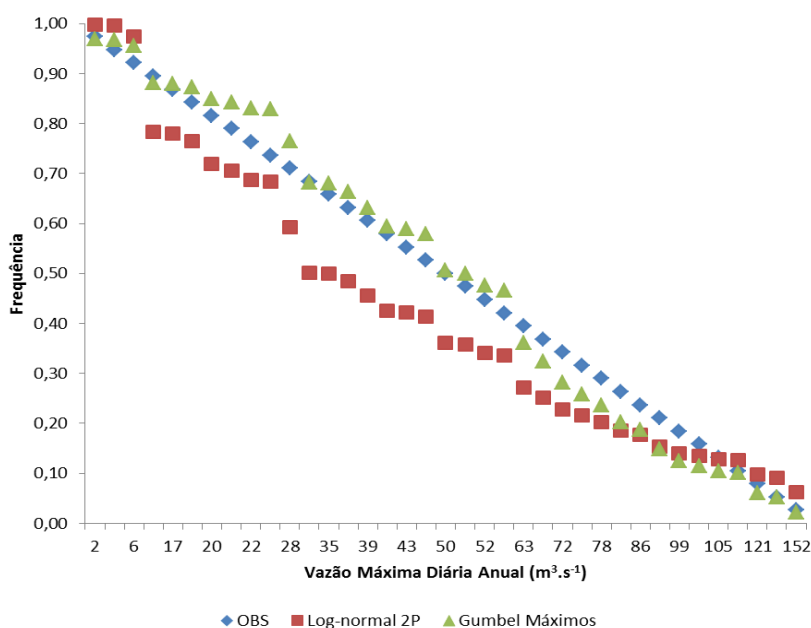


FIGURA 1. Distribuições de probabilidade do posto fluviométrico analisado.

Na Tabela 2 estão expressos 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	Estação	Testes de Aderência			
		$\Delta F_{\text{critico}}$	$\Delta F_{\text{calculado}}$	$\lambda^2_{\text{critico}}$	$\lambda^2_{\text{calculado}}$
Gumbel Máximos	53490000	7,815	0,18705	0,220	0,09167
Log-Normal 2P	53490000	7,815	0,67000	0,220	0,18301

Ambas as distribuições demonstraram desempenho satisfatório nos dois testes aplicados para a estação estudada apresentando uma diferença razoável entre o valor observado e o calculado. No teste Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado a distribuição Log-Normal com dois parâmetros apresentou melhor desempenho para a estação estudada comparada a distribuição de Gumbel para máximos.

**CONCLUSÕES:** Ambas as distribuições estudadas apresentaram desempenho satisfatório na representação das séries de vazões máximas diárias anuais para a bacia hidrográfica do Rio Pardo. Destaca-se o melhor desempenho da distribuição Log-Normal com dois parâmetros no teste Kolmogorov-Smirnov e no teste do Qui-Quadrado por apresentar melhores valores.

**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:** SILVA, E. A.; TUCCI, C. E. M. Relação entre as vazões máximas diárias e instantâneas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 3, n. 1, p. 133-151, 1998.

ARAÚJO, E. M.; 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.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Dados fluviométricos para estação representativa do Rio Pardo**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp>>. Acesso em: 03 de março de 2015.