

## **AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO LOG-PEARSON III ÀS VAZÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA MIRIM/RS**

**GUSTAVO BUBOLZ KLUMB<sup>1</sup>; PATRICK MORAIS VEBER<sup>1</sup>; HENRIQUE  
MICHAELIS BERGMANN<sup>1</sup>; EMANUELE BAIFUS MANKE<sup>2</sup>; RITA DE CÁSSIA  
FRAGA DAMÉ<sup>3</sup>; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas/UFPeI, Centro de Engenharias – gustavo19klumb@hotmail.com;  
patrick.veber@hotmail.com; henriquembergmann@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas/UFPeI, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação  
do Solo e da Água – manumanke@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas/UFPeI, Centro de Engenharias – ritah2o@hotmail.com;  
cfeixei@ig.com.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

A água é um recurso natural de uso comum, findável e indispensável à manutenção da vida. No entanto, o crescimento populacional acelerado e a crescente degradação da qualidade dos recursos hídricos trazem insegurança em relação à sua disponibilidade. Todavia, diante das incertezas a respeito dos fatores climáticos, não apenas a escassez torna-se preocupante, mas também a ocorrência de excessos hídricos, causadores de enchentes (SANTOS, 2010).

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 (TUCCI, 2004). Em projetos de obras hidráulicas é necessário estimar a vazão de projeto, que pode ser realizada a partir de séries de vazões históricas ou com a transformação das séries de precipitação em vazão, por meio de modelos hidrológicos do tipo precipitação-vazão (LUDWIG et al., 2014).

No entanto, o comportamento das vazões futuras não pode ser absolutamente previsto, procurando-se, por este motivo, introduzir métodos probabilísticos de modo a estabelecer as possíveis variações, com base em um risco calculado (WATANABE, 2013). Um experimento pioneiro para obter uma metodologia uniforme e consistente para a análise de frequência de vazões máximas anuais foi desenvolvida pelo *United States Water Resources Council*, em 1979, e apresentada no boletim 17B. Neste boletim, a seleção de uma distribuição de probabilidade para modelar os dados de vazões máximas foi aperfeiçoada com a utilização do modelo paramétrico log-Pearson III, o qual foi considerado como sendo padrão em todo o território americano (USWRC, 1982).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a aplicabilidade da distribuição de probabilidade log-Pearson III às séries de vazão máxima anual, das estações Pedro Osório e Passo do Ricardo localizadas na Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim/RS, comparando o ajuste desta em relação a distribuição de Gumbel, a qual é comumente utilizada.

### **2. METODOLOGIA**

As séries fluviométricas diárias foram obtidas por meio da base de dados da Hidroweb - Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), cujas informações das estações utilizadas e o período base de estudo, estão dispostos na Tabela 1. A partir dos valores diários foram constituídas as séries de vazões máximas diárias

anuais, considerando-se o ano hidrológico que, segundo Tucci (2004), no Rio Grande do Sul, inicia em maio e termina em abril.

Tabela 1. Estações fluviométricas pertencentes a bacia hidrográfica da lagoa Mirim/RS.

Código	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Período
88641000	Pedro Osório	-31° 51'40"	-52° 49'01"	2000-2016
88680000	Passo do Ricardo	-31° 53'59"	-52° 39'00"	1964-1980

As séries de dados de vazão utilizadas possuem o mesmo tamanho, ou seja, compreendem um período de 17 anos contínuos, sem a presença de falhas. As vazões máximas das duas estações analisadas foram ajustadas às distribuições de Gumbel e log-Pearson III, para os períodos de retorno (TR) de 10, 20, 50 e 100 anos, utilizando-se o método Chow-Gumbel (Equação 1) (CHARLES, 2010). O método de estimativa dos momentos foi utilizado na determinação dos parâmetros de escala ( $\alpha$ ), forma ( $\epsilon$ ) e posição ( $\beta$ ) (HANN, 1979).

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S \quad (1)$$

Em que:

$X_{TR}$  - vazão de projeto para determinado período de retorno ( $m^3 s^{-1}$ )

$\bar{X}$  e  $S$  - média e desvio padrão dos valores observados, respectivamente ( $m^3 s^{-1}$ )

$K_{TR}$  - fator de frequência para a distribuição utilizada.

Para verificar se há diferenças significativas, em um nível de probabilidade de  $\alpha = 5\%$ , entre os valores das funções teóricas (ou de referência) e observadas, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), sendo estabelecido um critério de rejeição ou não rejeição do modelo de distribuição de probabilidade. Para tanto, foram formuladas duas hipóteses, sendo uma nula ( $H_0$ ), com a afirmação de que a distribuição de probabilidade ajusta-se aos dados observados; e  $H_1$  a hipótese alternativa, de que a distribuição obtida pela função de probabilidade avaliada não apresenta um ajuste adequado aos dados (MARTINS et al., 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) aplicado às duas séries de vazões máximas diárias anuais ajustadas às distribuições de Gumbel e log-Pearson III. Verifica-se por meio da estatística do teste, que a hipótese  $H_0$  foi aceita, ou seja, os dados de vazão provêm da mesma população, uma vez que os valores do  $D_{cal}$  foram menores do que o  $D_{crít}$ , para a distribuição log-Pearson. Já para a distribuição de Gumbel, o teste KS rejeitou a hipótese  $H_0$ , indicando que a função teórica não representa o conjunto de dados amostrais.

Tabela 2. Valores da estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), aplicado entre as funções teórica (ou de referência) e empírica, para um nível de probabilidade de 5%.

Estação	KS			
	Gumbel		log-Pearson III	
	$D_{crít}$	$D_{calc}$	$D_{crít}$	$D_{calc}$
Pedro Osório	0,330	0,874	0,330	0,172
Passo do Ricardo	0,330	0,529	0,330	0,018

Na Figura 1, pode-se visualizar o ajuste das distribuições de Gumbel e log-Pearson III aos dados das vazões de projeto da estação Pedro Osório e Passo do Ricardo, para os períodos de retorno 10, 20, 50 e 100 anos.

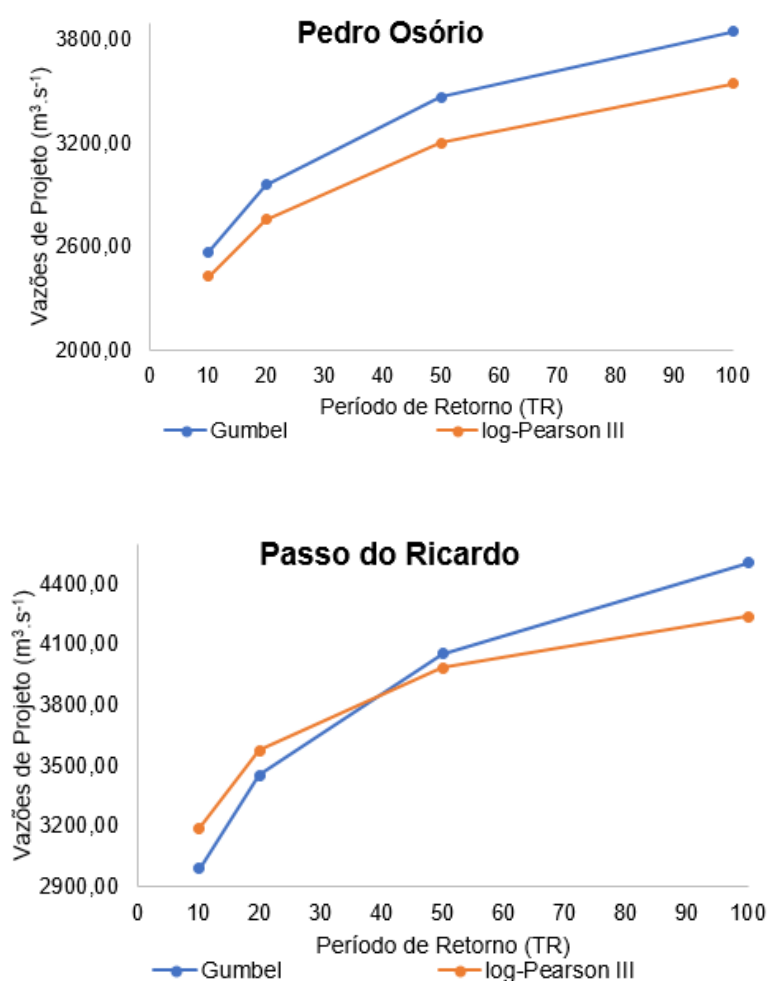


Figura 1. Vazões de projeto ( $m^3 s^{-1}$ ) em função dos períodos de retornos obtidos por meio das distribuições de Gumbel e log-Pearson III.

Verifica-se que para a estação de Pedro Osório, a distribuição de Gumbel superestima os valores das vazões de projeto, comparativamente com o método de log-Pearson III. Para a estação de Passo do Ricardo, a distribuição Gumbel também apresentou uma superestimativa das vazões em relação a log-Pearson III, para os períodos de retorno de 50 a 100 anos.

#### 4. CONCLUSÕES

As séries das estações de Pedro Osório (88641000) e Passo do Ricardo (88680000), pertencentes a Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim/RS, ajustaram-se adequadamente à distribuição log-Pearson III. Além disso, apresentaram um melhor ajuste, comparativamente a distribuição de Gumbel. Dessa forma, a distribuição mais indicada para a estimativa das vazões de projeto, para estas estações, é a distribuição de log-Pearson III.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2017. Disponível em: <<http://www.2.ana.gov.br>>. Acesso em: 19/07/2017.

CHARLES, N. C. Prediction of rainfall magnitudes and variations in Nigeria. **Nigerian Journal of Technology**, v. 29, cap.2, p. 46-53. 2010.

LUDWIG, R.; SILVA, D. M.; DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A. Comparação entre metodologias para estimativa de vazão em canal de irrigação no arroio Chasqueiro/RS. **Irriga**, v.19, cap. 1, p. 94-102. 2014.

MARTINS, C. A; ULIANA, E. M; REIS, E. F. Estimativa da vazão e da precipitação máxima utilizando modelos probabilísticos na bacia hidrográfica do rio Benevente. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, p. 1130-1142, 2011.

SANTOS, L.C.C. **Estimativa de Vazões Máximas de Projeto por Modelos Determinísticos e Probabilísticos**. 2010. Dissertação M. Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Espírito Santo.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre, UFRGS, ABRH, 2004.

USWRC - U. S. WATER RESOURCES COUNCIL. Guidelines for determining flood flow frequency – Bulletin 17, **USWRC Hydrology Committee**, Washington, 1982.

WATANABE, F. M. **Análise do Método de Gumbel para cálculo de vazões de dimensionamento de vertedouros**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Energia e Automação) – Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo.

ZANETTI, S. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; PRUSKI, F. F. Validação do modelo ClimaBR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, p. 96-102. 2006.