

## ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS NO RIO ITAPETININGA, AFLUENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARANAPANEMA.

Alice Sales Fabiano de Almeida<sup>1</sup>

Fabiana de Souza Moreira<sup>1</sup>  
Isabela Malospírito Vilens<sup>1</sup>  
Mariana Barbosa<sup>1</sup>  
Stephanie Oliveira Neves<sup>1</sup>  
Jorge L. R. Pantoja Filho<sup>2</sup>

Recursos Naturais

### Resumo

As inundações são um dos principais e mais devastadores fenômenos naturais, caracterizadas pela elevação do nível d'água normal a tal magnitude que as águas não se limitam à calha principal do rio, extravasando para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas, em decorrência de uma precipitação intensa, por exemplo. Desta maneira, o presente artigo tem por objetivo estimar as vazões máximas para o rio Itapetininga, afluente da bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, a partir de dados de vazões obtidos junto ao posto fluviométrico Porto Velho, visando fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas para prevenção e resposta às inundações. Os dados foram extraídos da plataforma *hidroweb*, onde obteve-se as vazões máximas anuais de uma série histórica de 10 anos. Posteriormente, os métodos adotados foram os métodos probabilísticos, sendo Método de Gumbel, conforme Righetto e o Método de Foster, com aplicação na distribuição de Pearson do tipo III. Os valores de estimativa de vazão para os diferentes períodos de retorno em estudo (2, 5, 10, 20 e 100) variam de 66,8 a 141,3 m<sup>3</sup>/s para Foster e de 64,9 a 150,9 m<sup>3</sup>/s para a distribuição de Gumbel. Assim, mesmo com os distintos métodos utilizados, seus resultados convergiram, onde os valores das vazões aumentaram conforme o período de retorno adotado.

**Palavras-chave:** Fenômenos hidrometeorológicos; *hidroweb*; inundações; vazões.

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [alicesfda@gmail.com](mailto:alicesfda@gmail.com).

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [Fabiana.meioambiente16@gmail.com](mailto:Fabiana.meioambiente16@gmail.com).

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [Isabela.Villens@gmail.com](mailto:Isabela.Villens@gmail.com).

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [marybarbosaa2011@gmail.com](mailto:marybarbosaa2011@gmail.com)

<sup>1</sup>Aluna do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [stephanie.oliveira210@gmail.com](mailto:stephanie.oliveira210@gmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Jorge L. R. Pantoja Filho, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, São Paulo, Brasil, [pantojafilho@gmail.com](mailto:pantojafilho@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Enchentes e inundações são fenômenos hidrometeorológicos naturais, caracterizados pelo aumento do nível de água do rio devido ao aporte de água concentrada dada a ocorrência de uma precipitação intensa (SANTANA, 2017). Visto que informações sobre a vazão e precipitações máximas são importantes para a determinação e prevenção de cheias, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos de estimação da vazão máxima, destacando-se os métodos empíricos, métodos baseados no hidrograma unitário e métodos probabilísticos (MARTINS, ULIANA, REIS, 2011).

O método probabilístico possui maior exatidão e pode ser compreendido pela análise de frequências das variáveis hidrológicas e o ajuste a distribuição mais adequada. Essa distribuição de probabilidade relaciona a magnitude dos eventos com sua frequência de ocorrência, descrita por uma função densidade de probabilidade (CAVALCANTI, 2014).

Sendo assim, pode-se citar dois métodos. O método de Foster, que consiste na aplicação da distribuição de Pearson III, no qual são determinados os parâmetros da distribuição. Já o método utilizado por Gumbel e adaptado por Righetto, o qual baseia-se em uma distribuição de valores extremos e utiliza-se de dados históricos e cálculos da média e desvio padrão (STUDART, 2006).

Portanto, o presente artigo objetiva estimar as vazões máximas para o rio Itapetininga, a partir de dados de vazões retirados do posto fluviométrico de Porto Velho no portal *hidroweb*, utilizando os métodos probabilísticos de Foster com distribuição Pearson III e de Gumbel modificado por Righetto, a fim de que os resultados obtidos contribuam para futuras medidas estruturais.

## METODOLOGIA

A área de estudo situa-se na bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, localizada entre as coordenadas -23,63 e -48,11. Utilizou-se a plataforma *hidroweb* (ANA) para localizar a estação fluviométrica de interesse. Assim sendo, devido a uma incidência de enchentes, buscou-se postos perto da Vila Sottemo, localizada em Itapetininga-SP. Uma

vez com o posto fluviométrico determinado, encontrou-se as séries históricas mínimas para realização dos métodos probabilísticos. Desta maneira, adotou-se o período de 2006 a 2015 por serem mais recentes e não apresentarem falta de dados nos meses dos anos supracitados. Admitiu-se vazões máximas de cada ano para efetuar os cálculos dos métodos probabilísticos de Foster com aplicação na distribuição de Pearson do tipo III e Gumbel- Adaptado por Righetto.

O método de Foster, com aplicação na distribuição de Pearson do tipo III, pode ser entendido como um parâmetro de correlação de variáveis, sendo que através da tabela de curva de frequência assimétrica do tipo III de Pearson, foi possível, por meio da probabilidade calculada, encontrar o valor que representa a relação  $x/dp$  e então estimar a vazão. Em contrapartida, o método utilizado por Gumbel e adaptado por Righetto, baseia-se em uma distribuição de valores extremos e utiliza-se de dados históricos e cálculos da média e desvio padrão através da função densidade de probabilidade.

Sendo assim, a forma mais apropriada de se determinar a vazão de projeto para um dado rio é a partir dos seus registros de vazão anteriores, para assim poder aplicá-los nos métodos estatísticos. A eficiência deste método dependerá da estabilidade das características do regime do Rio Itapetininga.

A partir dos dados de vazão recolhidos do posto fluviométrico pode-se determinar a vazão do projeto pelo Método de Foster (Distribuição Pearson III) e pelo Método de Gumbel. Para a realização dos métodos utilizou-se a maior vazão mensal para cada ano analisado.

Para a aplicação do método de Foster determinaram-se os parâmetros da distribuição, sendo estes a média, o desvio padrão, o coeficiente de obliquidade de Pearson e o valor de  $x/\sigma$ . E assim, a partir desses valores, foram estimadas as vazões do rio para tempos de retorno que variaram de 2 a 100 anos. Já para a distribuição de Gumbel, foram calculados os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , os quais correspondem aos valores da média e desvio padrão, além da determinação da frequência (F). Estabelecido estes procedimentos, aplicou-se o modelo matemático da distribuição de Gumbel, conforme Righetto, para a estimativa de vazão do rio, também para tempos de retorno variando de 2 a 100 anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos valores extraídos da base de dados, foram calculados os valores de vazões máximas pelo método de Foster. Deste modo, pode-se observar que independente dos fatores determinados, encontrou-se um valor crescente, de forma que o menor está relacionado ao período de retorno de 2 anos e o maior para de 100 anos. Ressalta-se que o período de retorno de 100 anos é usualmente empregado em obras de macrodrenagem no Estado de São Paulo.

Tabela 1: Valores para todos os períodos de retorno

Período de retorno	2	5	10	20	100
$P = 1/TR$	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01
$A = 1-P$	0,5	0,8	0,9	0,95	0,99
A(%)	50	80	90	95	99
$x/\sigma$ (tabela)	-0,09	0,8	1,33	1,79	2,77
x	-2,3459	20,8528	34,6678	46,6581	72,2028
Q	66,779	89,978	103,793	115,784	141,328

Da mesma maneira, pode-se fazer a mesma observação para a Tabela 2, onde estão expostos os resultados para todos os parâmetros calculados através do modelo matemático de Gumbel.

Tabela 2 - Valores para todos os períodos de retorno

Variáveis	Valores obtidos				
$\beta$	20,33	20,33	20,33	20,33	20,33
$\alpha$	57,39	57,39	57,39	57,39	57,39
Período de Retorno (Tr)	2	5	10	20	100
F (1 dia; T)	0,5	0,8	0,9	0,95	0,99
Q (1 dia; T) m <sup>3</sup> /s	64,845	69,892	103,151	117,788	150,932

Tabela 3 - Comparação entre os métodos estatísticos

Métodos	Estimativa de Vazão	Período de Retorno				
		2	5	10	20	100
Foster	Q	66,779	89,978	103,793	115,783	141,328
Gumbel	Q(1 dia; T) m <sup>3</sup> /s	64,845	87,892	103,151	117,788	150,932

Analisando a Tabela 3, observa-se que os valores de estimativa de vazão para os diferentes períodos de retorno em estudo variam de 66,78 m<sup>3</sup>/s a 141,33 m<sup>3</sup>/s para Foster e de 64,85 m<sup>3</sup>/s a 150,93 m<sup>3</sup>/s para a distribuição de Gumbel. Comparando os valores, percebe-se que esses são muito próximos, sendo que para o período de retorno de 100

anos é o que se teve uma maior diferença, sendo 150,93 m<sup>3</sup>/s método de Gumbel e 141,33 m<sup>3</sup>/s por Foster.

Portanto, através de ambos procedimentos, foi possível estimar as vazões máximas do rio Itapetininga. A tendência é que essas vazões aumentem, por isso estudos devem ser realizados (batimetria) para se determinar a vazão que a área molhada do local consegue comportar sem que exista a inundação das localidades.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos métodos de Gumbel, modificado por Riguetto, e o de Foster, baseado na distribuição Pearson III, foi possível determinar as vazões máximas para o rio Itapetininga e observar que elas aumentam com os tempos de retorno de 2, 5, 10, 20 e 100 anos. Segundo Sueiro (2015), enchentes são recorrentes na região, portanto, com o aumento das vazões, inundações cada vez maiores estão sujeitas a ocorrer.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb. Sistema de Informações hidrológicas.** Brasília, 2019. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 12 ago. de 2019.

CAVALCANTI, Daysy Lira Oliveira. **Estudo comparativo de métodos de estimação de vazões máximas de projeto para grandes bacias hidrográficas.** 2014. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

MARTINS, Camila Aparecida da Silva; ULIANA, Eduardo Morgan; REIS, Edvaldo Fialho dos. ESTIMATIVA DA VAZÃO E DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA UTILIZANDO MODELOS PROBABILÍSTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENEVENTE. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 1, n. 1, p.1-13, nov. 2011.

SANTANA, Michele Silva. PROCESSOS HIDROLÓGICOS Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco. In: SANTANA, Michele Silva. **Prevenção e Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais.** Belo Horizonte: Cprm, 2017. p. 1-49.

STUDART, T. **Apostila da Disciplina de Hidrologia Aplicada**, Universidade Federal do Ceará.

SUEIRO, Isair Laurentina de Paula. Os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente nos municípios de Itapetininga e Piracicaba - São Paulo. 2015. 98 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Itapetininga, 2015.