

Estimativa de vazões máximas em uma bacia experimental

Tiago Guizoni Neto ¹ ; Amanara Potykytã de Sousa Dias Vieira ² & Simone Malutta ³

Palavras-Chave – Bacia experimental, Inundação, Métodos de extrapolação da curva-chave e Vazão máxima.

INTRODUÇÃO

Recentemente houve um grande aumento da frequência e magnitude dos desastres hidrológicos, destacando-se as inundações como os desastres mais graves no Brasil (Kobiyama et al., 2010). As inundações, segundo definição do Código Brasileiro de Desastres (COBRADE, 2012), são submersões de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

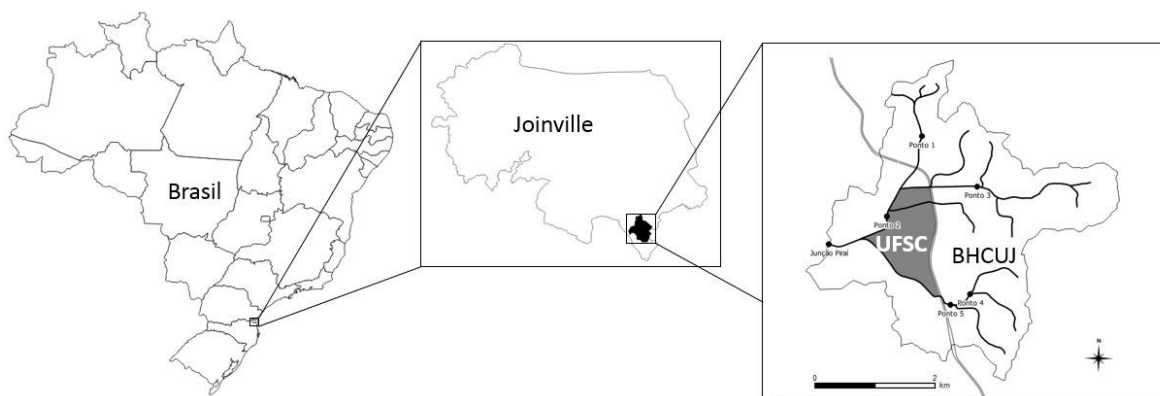
Para mapear essa planície de inundações é necessário um estudo hidrológico na bacia hidrográfica. Os estudos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Campus em Joinville (BHCUI) apontam que é necessário um estudo mais detalhado da bacia devido a sua complexidade hidrológica (Malutta et al, 2017; Malutta et al., 2019). Para isto é necessário o monitoramento dos processos hidrológicos de chuva e vazão.

Visto isto, este trabalho tem por objetivo mostrar a diferença das vazões máximas estimadas em eventos na BHCUI com os métodos de extrapolações Steven, Logaritmo e Manning para o uma das bacias da BHCUI.

METODOLOGIA

As medições de vazão foram realizadas na BHCUI, que está localizada na região nordeste do estado de Santa Catarina, ao sul do município de Joinville, na região conhecida como “curva do arroz”.

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do campus da UFSC em Joinville



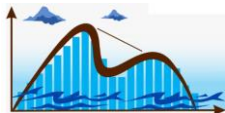
Fonte: Malutta et al, 2017.

A BHCUI (Figura 1) possui uma área total de aproximadamente 12,5 km², perímetro da ordem de 21,84 km, tendo o rio principal uma extensão de 5,7 km. A precipitação média anual é de 2.205,3 mm, sendo a menor média de precipitação no mês de junho, com 82,0 mm, e a maior média no mês de janeiro com 355,6 mm, sendo que o primeiro trimestre do ano possui os maiores níveis de chuva desta região.

1) Engenheiro civil de Infraestrutura. tiagoguizoni@gmail.com

2) Docente da Universidade Federal do Paraná – Campus Pontal do Sul. amanara@ufpr.br

3) Docente da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Joinville. simone.malutta@ufsc.br



Os procedimentos adotados para as medições de vazões da bacia e os métodos de extrapolação da curva-chave estão descritos de forma ampla em Guizoni (2017). Este trabalho apresenta apenas a metodologia empregada na extrapolação da curva-chave, adotando como área de estudo o Ponto 1 da bacia.

Para a extrapolação da curva-chave foram utilizados os métodos de Stevens, que utiliza das formulações propostas por Chézy e Manning, o método de Manning, que assim como o de Stevens leva em consideração a topografia do local, e o método logarítmico, que se baseia apenas nas medições realizadas.

Segundo Pereira (2003), o método de Stevens é a forma mais habitual de extrapolar uma curva de descarga, baseando-se na fórmula de Chézy.

$$Q = C.S\sqrt{R_h i}$$

(1)

Onde:

Q = vazão (m^3/s);

C = coeficiente dimensional ($\text{m}^{1/2} \text{s}^{-1/2}$);

S = área de seção transversal (m^2);

R_h = raio hidráulico (m);

i = declividade superficial (m/m).

Pereira (2003) aponta o método logarítmico como sendo provavelmente o mais utilizado no Brasil devido a sua facilidade, porém apenas aplicado para a extrapolação da parte superior da curva. O princípio do método consiste em aplicar na parte superior uma expressão exponencial para a determinação da vazão.

$$Q = a(H - H_0)^n$$

(2)

Onde:

a e n = coeficientes de ajuste conforme a curva-chave;

H = altura para vazão Q ;

H_0 = altura para vazão nula.

Entretanto, o método requer as seguintes condições:

- Relação $Q = f(H)$ caracterizada por um bom alinhamento das medições médias e altas;
- Medições até uma altura que seja suficientemente elevada para gerar uma reta bem definida;
- Perfil transversal sem descontinuidade de forma nas alturas extrapoladas;
- Controle de jusante entre alturas médias e altas.

Por causa da restrição de bom controle a jusante e das características geométricas constantes, esse método é inviável para extrapolações inferiores.

Já o método de Manning utiliza a equação da própria equação de Manning, e da equação da continuidade, considerando que o quociente da raiz da declividade da linha d'água pelo coeficiente de rugosidade de Manning (equação 3) tende a tornar-se constante em vazões altas (Tucci e Silveira, 1985).

$$K_m = \frac{\sqrt{J}}{\eta} = \frac{Q}{A_m R_h^{2/3}}$$

(3)

Onde:

K_m = coeficiente de extrapolação de Manning;

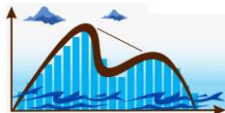
J = declividade da linha d'água;

η = coeficiente de rugosidade de Manning;

Q = vazão (m^3/s);

A_m = área molhada (m^2);

R_h = raio hidráulico (m).



RESULTADOS

A seguir estão apresentados os gráficos cota x velocidade e cota x área da seção Ponto 1 (P1) - (Figura 2 e 3) e as extrapolações para a curva-chave do mesmo ponto de monitoramento seguindo os modelos de Stevens, logarítmico e Manning (Figura 4).

Figura 2 – Gráfico cota x velocidade – P1

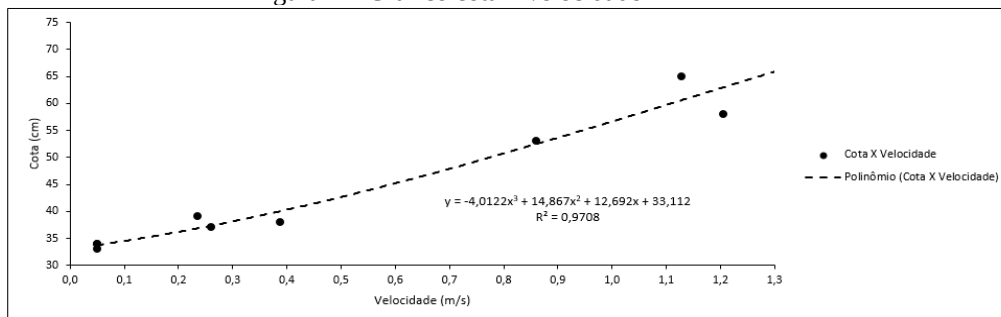


Figura 3 – Gráfico cota x área – P1

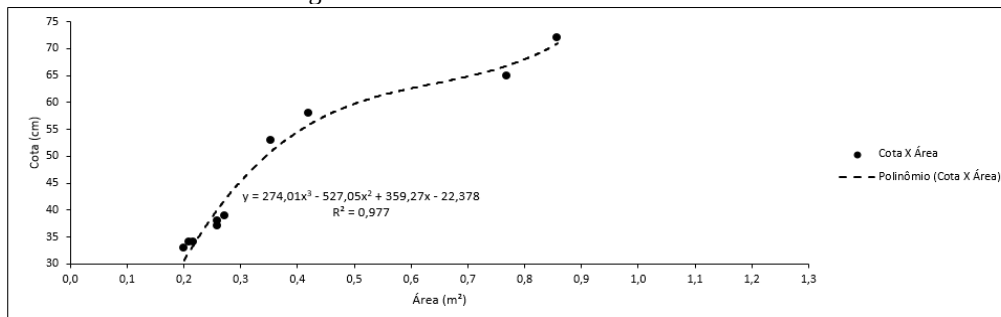
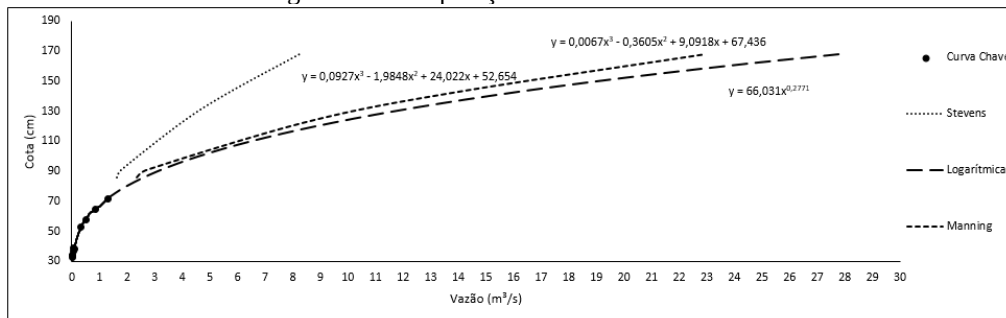


Figura 4 – Extrapolações da curva-chave – P1



Com base na figura 2, chegou-se às equações 4 a 6, que descrevem cada extrapolação.

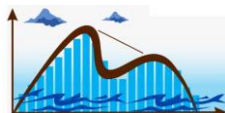
- Stevens: $y = 0,0927x^3 - 1,9848x^2 + 24,022x + 52,654$ (4)
- Logarítmica: $y = 66,021x^{0,2771}$ (5)
- Manning: $y = 0,0067x^3 - 0,3605x^2 + 9,0918x + 67,436$ (6)

Onde:

y = cota (cm);

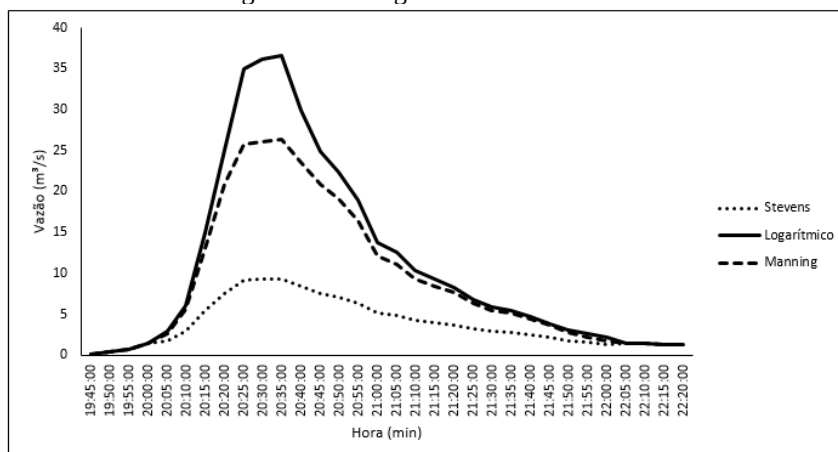
x = vazão (m³/s).

Os dados coletados pela estação de monitoramento de nível (cm) em vazão (m³/s) de acordo com as equações geradas pelas extrapolações da curva-chave (equações 4 a 6).



A partir desses dados de vazão foram selecionados eventos nos quais os níveis monitorados foram acima da cota máxima medida e determinado as possíveis vazões do evento (Figura 3).

Figura 5 - Hidrograma 26/01/2017 - P1



O Hidrograma da figura 5 mostra a diferença entre as extrapolações das vazões. Estas diferenças podem ser observadas, por exemplo, através da vazão máxima que cada extrapolação gerou para cada evento, conforme a tabelas 1.

Tabela 1 – Vazões máximas nos eventos – P1

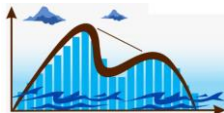
P1				
nº	Data	Vazão máxima do evento (m³/s)		
		Stevens	Logarítmico	Manning
1	26/01/2017	9,25	36,50	26,29
2	30/01/2017	7,04	22,14	18,92
3	31/01/2017	3,46	7,62	7,04
4	01/02/2017	2,87	5,79	5,46
5	16/03/2017	2,02	3,55	3,31
6	11/04/2017	2,20	3,98	3,75

A tabela 1 mostra que o método de Stevens subestimou a vazão se comparado com os métodos logarítmico e de Manning. Em alguns eventos, como os eventos 1 e 2 da tabela 1, os Métodos de logarítmico e de Manning superestimaram a vazão de uma forma que analisando os dados de monitoramento de vazão da bacia P2 (Figura 1) é pouco provável que os métodos estejam estimando os valores de vazão corretamente. Por este motivo é possível que o método de Stevens seja o mais adequado para o P1.

CONCLUSÕES

A instalação e monitoramento dos pontos em uma bacia em processo de urbanização não são tarefa fácil. As mudanças na bacia podem trazer problemas no monitoramento, simulações e previsões. Com os pontos de monitoramento foi possível plotar os gráficos Cota x Vazão, e traçar as curvas-chave.

A partir das curvas-chave foram elaboradas a estimativas de vazões nas partes superiores das curvas por três métodos, o de Stevens, Logarítmico e de Manning.



Ainda durante o período de monitoramento foram coletados dados de níveis e chuva. Os dados de níveis foram transformados em vazão, utilizando as equações resultantes das extrapolações, e a partir disto foram elaborados hidrogramas dos eventos de chuva. Com estes hidrogramas pode-se ter uma melhor ideia sobre a divergência dos métodos, podendo assim ser tomada uma decisão mais cuidadosa de definir qual o mais indicado para caso a fim de realizar obras para mitigação ou minimização de desastres naturais provenientes das intempéries.

REFERÊNCIAS

COBRADE. **Classificação e codificação brasileira de desastres**. 2012. DISPONÍVEL EM: <http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/cobra-de_comsimbologia.pdf>. Acesso em: 04 de outubro de 2020.

GUIZONI, Tiago. **Elaboração e Extrapolação das Curvas-Chave nos Pontos de Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Campus da UFSC em Joinville**. 2017. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

KOBIYAMA, M.; CHAFFE, P.L.B.; GOERL, R.F.; GIGLIO, J.N.; REGINATTO, G.M.P. (2010) Hydrological disasters reduction: lessons from hydrology, *In: Science and Technology for Environmental Studies*. Ed. por Sens, M.L.; Mondardo, R.I. Florianópolis: Editora Copiart Ltda.

MALUTTA, S.; PSCHIEDT, J. C. ; GUIZONI NETO, T. ; THIESEN, A. ; POMPEO, C. A. ; BONUMA, N. B. 2017. Estimativa do tempo de concentração na bacia hidrográfica do campus da UFSC em Joinville. *In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.*, 2017.

MALUTTA, Simone; PSCHIEDT, J. C. ; GUIZONI NETO, T. ; Klein, S. ; BONUMA, N. B. ; CHAFFE, P. L. B. ; KOBIYAMA, M. Time of concentration in an experimental basin: methods for analysis, backwater effects and vegetation removal. *JOURNAL OF URBAN AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING (UFPB)*, v. 13, p. 163-173, 2019.

PEREIRA FILHO, D.; SANTOS, I.; FILL, H. D. Sistema de ajuste e extrapolação de curva de descarga - Stevens. *In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 2003, 12 p. **Anais...** Curitiba, 2003.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem imensamente ao Prof. Cesar Augusto Pompêo que viabilizou este projeto de pesquisa