

XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE EQUAÇÕES EMPÍRICAS DE RUPTURA DE BARRAGENS EM UMA PEQUENA ESTRUTURA DE TERRA: ESTUDO DE CASO DO ARROIO BAIÓ

Fernando de Oliveira Fraga¹ & Gean Paulo Michel²

Palavras-Chave – HEC-RAS; Dam-Break; Equações Empíricas

INTRODUÇÃO

O presente trabalho se propõe a estudar a aplicabilidade de equações empíricas acerca da formação da brecha e hidrograma de ruptura fazendo uso do *software* HEC-RAS 6.2, aplicadas à uma pequena estrada vicinal, localizada no arroio Baio, em São Francisco de Paula (RS). A estrutura, a partir de um evento de chuva extremo associado a obstrução de seu sistema de drenagem, passou a trabalhar de forma análoga à uma barragem e como consequência de seu rompimento, produziu uma onda de cheia à jusante da estrutura. No exutório do arroio Baio, vinha sendo conduzido um monitoramento hidrológico que forneceu valores de nível e vazão ao longo de todo evento de ruptura.

METODOLOGIA

A partir da calibração do modelo, se fixou todos os parâmetros e condições do modelo e se realizou a aplicação de três equações empíricas para o tempo de formação da brecha e largura da brecha, propostas por MacDonald and Langridge-Monopolis (1984), Von Thun and Gillette (1990) e Froehlich (2008). Por fim, se aplicou equações empíricas para vazão de pico e hidrograma de ruptura, propostas por U.S. Bureau of Reclamation (1982), Kirkpatrick (1977) e Froehlich (1995b).

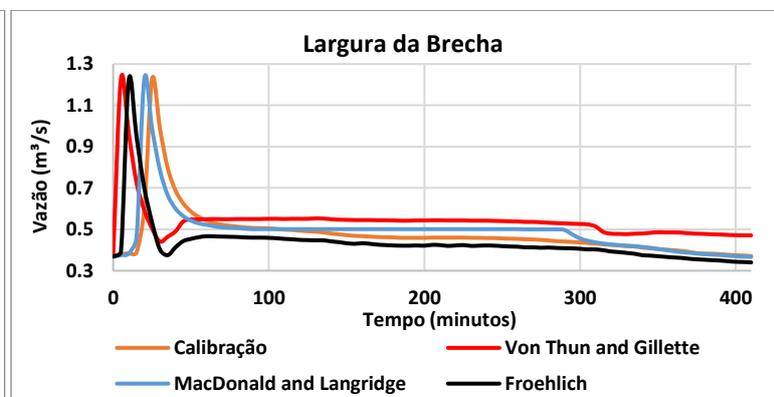
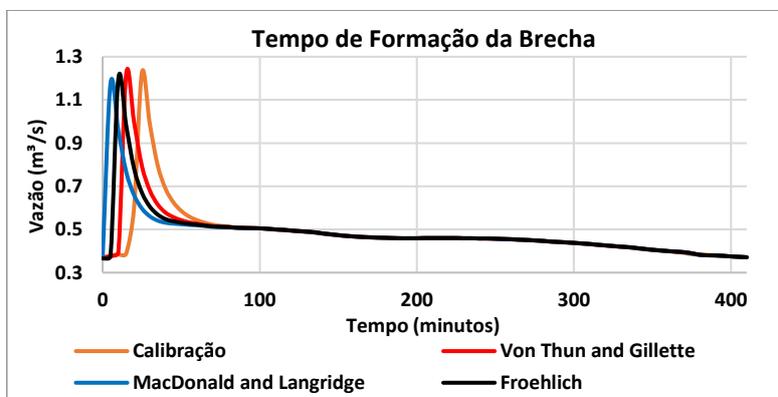
RESULTADOS

Cenário 1 – Tempo de formação da brecha e Largura da Brecha

O modelo se mostrou pouco sensível às variações do tempo de formação da brecha, as vazões de pico e os volumes dos hidrogramas permaneceram similares ao valor calibrado. A maior variação observada entre os hidrogramas com a mudança deste parâmetro ocorreu para o tempo de chegada do pico do evento no exutório (Figura 1). Quanto menor o tempo de formação da brecha, mais rápido o pico da onda chega no exutório.

Figura 1: Simulações para os diferentes tempos de formação da brecha.

Figura 2: Simulações para as diferentes larguras de brecha



A variação da largura da brecha apresentou mudanças no volume dos hidrogramas e, conseqüentemente, mudanças significativas na recessão dos hidrogramas (Figura 2). Neste cenário, fica mais evidente a perda da aderência das equações empíricas aplicadas. Mesmo o cenário da

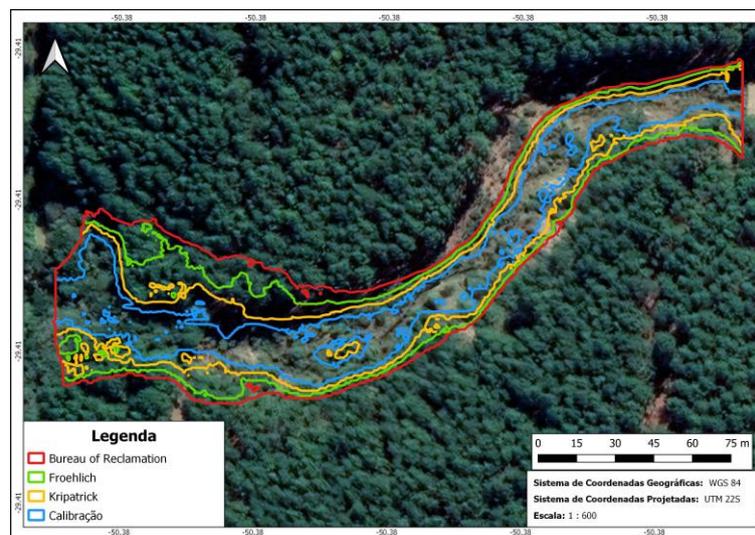
1) Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS; fernandodof@ufrgs.br
2) Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS; gean.michel@ufrgs.br

equação de Von Thun and Gillette, que possui o valor de largura da brecha mais similar com o valor calibrado, apresentou uma correlação de quase 50% inferior ao calibrado.

Cenário 2 – Hidrograma de Ruptura

A vazão de pico possui relação direta com o volume e com a área inundada, assim quanto maior a vazão de pico maior será a área inundada. É possível analisar que as manchas começam o trecho com diferenças relativamente pequenas em relação a mancha calibrada, entretanto, ao se aproximar do exutório, essas diferenças tomam proporções maiores, chegando a larguras de mancha três vezes maiores em relação à mancha calibrada (Figura 3). Esse comportamento pode ter relação com a declividade do local, que na medida que se aproxima do exutório, tende a possuir menores declividades e uma topografia mais plana, fazendo com que a vazão se espalhe de forma mais acentuada para as margens.

Figura 3: Manchas de inundação para os diferentes hidrogramas de ruptura.



CONCLUSÕES

A variação dos parâmetros acerca da formação da brecha causaram mudanças significativas nas simulações, principalmente quando analisado o pico dos hidrogramas, enquanto que o tempo de abertura da brecha causou alterações no tempo de chegada do pico da onda no exutório, a mudança na largura da brecha também causou mudanças significativas na recessão dos hidrogramas, indicando que tais equações empíricas devem ser usadas com mais cautela e critério quando aplicadas a barragens e estruturas de menor magnitude. A utilização de equações para estimativa do hidrograma de ruptura apresentou manchas de inundações muito distintas, sobretudo, em locais que apresentam menores declividades. Isso evidencia a importância de se ter dados medidos em campo ao estudar eventos de ruptura de barragens, uma vez que tais equações podem levar a grandes incertezas nos impactos gerados por tais eventos.

REFERÊNCIAS

- FROEHLICH, D. C. (2008) ““Embankment dam breach parameters and their uncertainties” Journal of Hydraulic Engineering 134(12), pp. 1708 – 1721.
- FROEHLICH, D. C. (1995b) ““Peak Outflow from Breached Embankment Dam” Journal of Water Resources Planning and Management. 121(1), pp. 90 – 97.
- KIRKPATRICK, G. W. (1977) “Evaluation guidelines for spillway adequacy” in Evaluation of Dam Safety; Proceedings of the Engineering Foundation Conference, Pacific Grove, Nov-Dez, 1, pp. 395 – 414
- MACDONALD, T. C.; LANGRIDGE-MONOPOLIS, J. (1984) “Breaching characteristics of dam failures” Journal of Hydraulic Engineering 110(5), pp. 567 – 586.
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION (1982). “Guidelines for defining inundated areas downstream from Bureau of Reclamation dams”. Reclamation Planning Instruction. Denver – CO, 25 p.
- VON THUN, J. L.; GILLETTE, D. R. (1990) “Guidance on breach parameters”. Documento interno não publicado, U.S Bureau of Reclamation, Denver - CO, 17 p.