

## ANÁLISE DE INCERTEZAS DEVIDO À INSTABILIDADE NUMÉRICA DO MODELO HEC-RAS NO MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDADAS: SIMULAÇÃO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MONJOLINHO/RS

**CAMILA DALLA ROSA<sup>1,2\*</sup>, DANIEL DE OLIVEIRA E SOUZA<sup>3</sup>, ROBERTO VALMIR DA SILVA<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim; <sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Hidroclima da Universidade Federal da Fronteira Sul; <sup>3</sup>Universidade Federal do Paraná, *campus* Politécnico  
\*Autor para correspondência: Camila Dalla Rosa (dalla.rosa.camila@gmail.com)

### 1 Introdução

A Lei 12.334 de 20 de setembro de 2010 estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens. A lei compreende um Plano de Ação de Emergência (PAE) e uma das ações emergenciais é aquela a ser tomada em caso de rompimento da barragem. Usualmente, estes profissionais têm usado o software HEC-RAS (ACE, 2010), devido à sua disponibilidade gratuita e facilidade de aplicação, o mesmo permite a simulação de ruptura de barragem através de métodos de soluções numéricas. Pouco é discutido no âmbito de estudos de engenharia sobre as limitações, incertezas e instabilidades, e a influência das soluções numéricas nos resultados. Uma exceção é a consideração, nos estudos de rompimento, de brechas máximas e mínimas e variações do coeficiente de rugosidade do canal (SOUZA; SILVA; PARMIGIANI, 2015).

### 2 Objetivo

Este trabalho teve como objetivo avaliar as incertezas na determinação nos valores de profundidades, velocidades e vazão de escoamento devido ao rompimento hipotético da barragem de Monjolinho/RS.

### 3 Metodologia

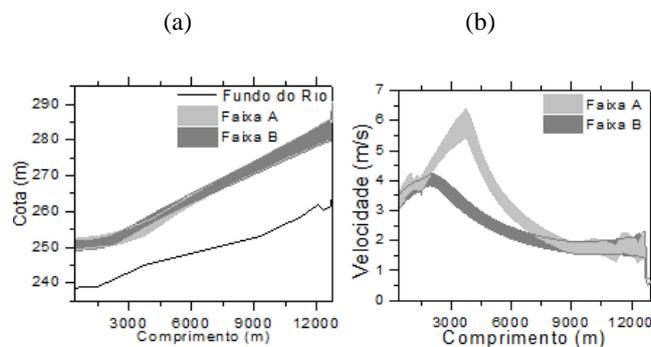
O rompimento hipotético foi realizado para a barragem de Monjolinho, localizada na região sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul. Ela faz o barramento do Rio Passo Fundo, entre os municípios de Faxinalzinho (RS) e Nonoai (RS), pertencendo a bacia do Rio Uruguai.

Para analisar as incertezas do modelo computacional hidráulico HEC-RAS variou-se o número de seções topobatimétricas inseridas no modelo, as distâncias máximas de interpolações entre seções topobatimétricas e o tempo computacional. Inicialmente utilizaram-se todas as seções previamente levantadas para as simulações (oito). Em seguida retirou-se a metade das seções topobatimétricas. A distância máxima de interpolações entre seções topobatimétricas foi avaliada para valores de 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360 e 400 m. Utilizaram-se todas as opções de tempo computacional apresentadas na interface do software.

#### 4 Resultados e Discussão

As variações de cotas máximas e mínimas, conforme a Figura 1 (a), foram parecidas no início do trecho a jusante do rompimento entre a Faixa A e a Faixa B, havendo discrepância maior a partir do comprimento 7.000 m até o fim do Rio Passo Fundo. O mesmo fato é retratado na Figura 1 (b).

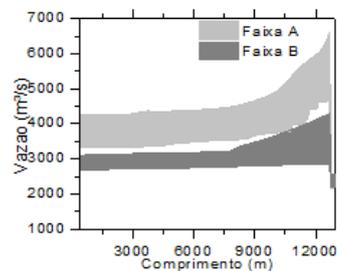
**Figura 1.** Variação das alturas (a), velocidades (b). Tempo computacional de 1 segundo a 12 horas e distâncias entre interpolações de 40 a 400 m. Faixa A considera todas as seções levantadas. Faixa B considera metade das seções levantadas.



A retirada de seções topobatimétricas faz com que as soluções numéricas sejam realizadas com distâncias entre seções interpoladas que podem não descrever singularidades da calha do rio. Isso vem do fato de que as interpolações entre as seções constroem a morfologia da calha do rio de acordo com as informações das seções topobatimétricas levantadas, e com menos informações de entrada as incertezas sobre o modelo tendem a ficar maior.

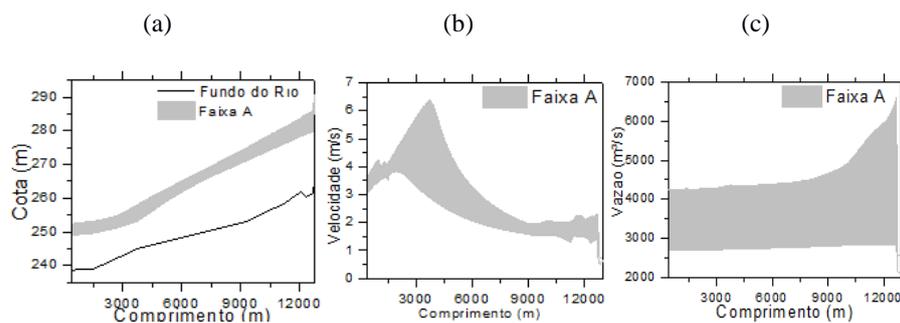
A Figura 2 mostra uma clara variação nos resultados para vazões máximas com tempos computacionais menores e superiores ao hidrograma de entrada. A explicação pode ser vinculada ao tipo de solução que o HEC-RAS utiliza, diferenças finitas com esquema implícito, e que ao modelar com um tempo computacional menor ou igual ao hidrograma de entrada as soluções tendem a ser mais coerentes com os dados de entrada.

**Figura 2.** Variação das vazões para todas e metade das seções levantadas e distâncias entre seções interpoladas de 40 a 400 m. Faixa A considera tempos computacionais de 1 segundo a 1 hora. Faixa B considera tempos computacionais de 2 horas a 12 horas.



As Figuras 3 (a), (b) e (c) mostram dados que representam a faixa de diferença máxima e mínima levando em consideração todas as simulações realizadas no estudo.

**Figura 3.** Variação das alturas (a), velocidades (b) e vazões (c). Tempo computacional entre 1 segundo e 12 horas, distâncias entre seções interpoladas de 40 a 400 m. Faixa A considera todas as seções levantadas e metade seções levantadas.



A Figura 3 (a) as maiores variações entre cotas máximas e mínimas ocorreram entre as seções após o rompimento da barragem, com amplitudes que variam de 5,0 a 6,11 m. Para as diferenças de alturas destaca-se a variação devido ao tempo computacional.



A Figura 3 (b) mostra uma variação de velocidades da onda de cheia após o rompimento entre 1,27 m/s e 6,39 m/s. A variação nas velocidades pode ser remetida a variação de seções topobatimétricas levantadas inseridas no modelo.

A Figura 3 (c) tem vazões máximas de 6.606,96 m<sup>3</sup>/s logo após o rompimento e com uma vazão mínima de 2.689,70 m<sup>3</sup>/s ao final da simulação. As vazões máximas também tiveram maiores influencias devido ao tempo computacional.

## 5 Conclusão

O trabalho sugere que ao modelar uma ruptura de barragem alguns fatores devem ser atentados. O tempo computacional deve ser condizente com o hidrograma de cheia inserido no modelo, ou seja, deve ser menor ou igual ao hidrograma. Já para o levantamento de seções topobatimétricas sugere-se que se tenha um número que consiga reproduzir a morfologia e as peculiaridades da calha do rio, como alongamentos e estreitamentos. Assim quanto mais informações de entrada o modelo conter menores serão as incertezas nos resultados.

## Referências

A.C.E., U. S. HEC-RAS River Analysis System. **User's Manual, Version 4.1**, n. November, p. 1-790, 2010.

BRASIL, Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

SOUZA, D. DE O. E.; SILVA, R. V.; PARMIGIANI, M. A. Avaliação da incerteza em variáveis de inundação por rompimento de barragem devido à variação do coeficiente de rugosidade. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS.

**Anais...**Brasília: ABRH, 2015.

**Palavras-chave:** solução numérica; modelagem hidráulica; seções topobatimétricas.

## Fonte de Financiamento

PROBITI - FAPERGS