

ANÁLISE E NOVA FUNÇÃO PARA O MODELO NWS BREACH – BARRAGENS ZONADAS

Felipe P. Diniz¹ e André L. T. Fabiani²

¹ Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Brasil.

² Universidade Federal do Paraná – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Brasil.

E-mail: fp.diniz92@gmail.com, andre.dhs@ufpr.br

Introdução

As barragens são obras de grande importância por diversos motivos como suprimento de água, irrigação, recreação, geração de energia e regularização de vazões. Apesar desses benefícios, essas obras apresentam riscos associados tanto à propriedade quanto à vida, com exemplos como o rompimento da barragem de Vajont na Itália que resultou em 2.600 mortes em 1963 (Luo et al., 2012).

Assim sendo, agências fiscalizadoras e responsáveis técnicos desenvolvem procedimentos para avaliar esses riscos potenciais, os possíveis meios de ruptura e a integridade das barragens, que jamais se apresentam sem falhas sendo necessário, portanto, sistemas de alerta para evacuação de pessoas das áreas de risco (Wahl, 2010). Por esses motivos, a estimativa do hidrograma de depleção do reservatório e sua propagação à jusante são avaliados em estudos de rompimento de barragens para determinação de áreas impactadas (Wahl, 1997).

Com relação apenas a modelagem de barragens de terra e enrocamento, diversos modelos foram desenvolvidos ao longo dos anos, cada um com suas particularidades – como apresentado em diversos trabalhos, segundo Kahawita (2007). A razão por ainda haver vários modelos sendo criados é a complexidade presente na modelagem desses eventos, que exigem a combinação de conceitos de hidráulica, transporte de sedimentos e geomecânica, essencialmente. Simplificações são, em troca, realizadas como a consideração da formação de uma brecha trapezoidal ou triangular, modelagem de apenas erosão superficial, simulação de piping ou galgamento e aplicabilidade para apenas barragens homogêneas (Morris, 2011).

A consideração de homogeneidade em uma barragem de terra e enrocamento não se verifica na prática e poucos modelos avançaram nesse quesito (Morris, 2011). Enscadeiras – estruturas destinadas para desviar o curso de rios e permitir a construção da barragem em local seco – costumam ser incorporadas posteriormente por questão de economia de materiais de construção (Costa, 2012). De acordo com Comitê Brasileiro de Barragens (2009), escolhe-se comumente no Brasil uma granulometria mais grossa para essas obras de desvio do que a das próprias barragens.

Modelo NWS BREACH

Em 1988, Fread desenvolveu no National Weather Service, USA, um modelo para barragens de terra e enrocamento, naturais ou não, que utiliza poucos parâmetros pré-determinados e é disponível gratuitamente junto com seu código fonte (Fread, 1991). O modelo simula rompimentos tanto por piping quanto galgamento, além de considerar a transição entre eles. Ainda mais, o BREACH permite ao usuário inserir um núcleo de um segundo material no corpo da barragem. O resultado final fornecido pelo modelo é o hidrograma de vazão do rompimento.

Analisando o código, constatou-se que o modelo é em realidade pseudo-heterogêneo. Com base na geometria da barragem, fatores de contribuição ou influência para cada material da barragem são calculados para homogeneizar suas propriedades físicas, como granulometria, coesão e densidade. Apenas após essa etapa é que se avalia a ruptura.

Dentre todas as equações presentes no modelo, a usada para o transporte de sedimentos é a deduzida por Smart (1984) apresentada abaixo pela Equação 1, que é uma derivação da equação de Meyer-Peter-Mueller para canais até 20% de declividade. O transporte é medido com base na relação do diâmetro do grão em que 90% do material é mais fino pelo diâmetro em que 30% é mais fino (D_{90}/D_{30}), raio hidráulico (R_h), declividade (S), coeficiente de Manning (n) e tensão de Shields (Ω), expressos em unidades do Sistema Imperial.

$$Q_s = \frac{-3,64 \left(D_{90}/D_{30} \right)^{0,2} R_h^{2/3} S^{1,1} (R_h S - \Omega)}{n} \quad [1]$$

Barragens zonadas

A contribuição deste artigo foi o desenvolvimento de uma nova função ao código do modelo BREACH para consideração de camadas de diferentes materiais no design da barragem, a exemplo de uma enscadeira incorporada.

Os parâmetros alterados entre as simulações da camada inserida foram o D_{50} e D_{90}/D_{30} do material e a altura da camada. Assim, analisou-se a sensibilidade da função frente variações desses três parâmetros e, além disso, reproduziu-se estudos de rompimento de barragens em camadas para validação.

Conclusões

Os resultados obtidos apresentaram uma boa tendência. A vazão de pico, dimensões finais da brecha e tempo de pico foram reduzidas à medida em que se aumentavam o D_{50} e a altura da camada e diminuía-se o D_{90}/D_{30} . Em algumas das simulações, foi possível visualizar uma redução em torno de 20% na vazão de pico.

Referências

- Y. Luo et al. (2012). *Review of dam-break research of earth-rock dam combining with dam safety management*. Procedia Engineering, v. 28, n. 2011, p. 382–388.
- T. L. Wahl (2010). *Dam Breach Modeling – an Overview of Analysis Methods*, Joint Federal Interagency Conference on Sedimentation and Hydrologic Modeling.
- T. L. Wahl (1997). *Predicting Embankment Dam Breach Parameters - A Needs Assessment*, XXVIII IAHR Congress, San Francisco, California.
- R. Kahawita (2007). *Dam breach modeling – A literature review of numerical models*, CEATI Report n° T032700-0207C, Dam Safety Interest Group (DSIG), Quebec, Canada.
- M. W. Morris (2011). *Breaching of earth embankments and dams*, PhD thesis, The Open University, United Kingdom.
- W. D. Costa (2012). *Geologia de barragens*, Oficina de textos, São Paulo, Brasil.
- Comitê Brasileiro de Barragens (2009). *Desvio de grandes rios brasileiros*, BCOLD Publications Committee, Brazil.
- D. L. Fread (1991). *BREACH: An erosion model for earthen dam failures*, National Weather Service, USA.
- G. M. SMART (1984). *Sediment Transport Formula for Steep Channels*, Journal of Hydraulic Engineering, v. 110, n. 3, p. 267–276.