

CRIAÇÃO DE BASE DE DADOS SOBRE ACIDENTES DE BARRAGENS

Palavras-Chave: Segurança de Barragens, Barragens de Água, Base de dados

Autores/as:

Jaqueline Garbellini Sensato [UNICAMP]

Prof.^a Dr.^a Laura Maria Canno Ferreira Fais [UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

A presente pesquisa tem como objetivo realizar um levantamento de informações sobre acidentes de barragens de acumulação de água para a construção de um banco de dados sistematizado para consulta e utilização em estudos estatísticos e/ou modelagens sobre rompimentos.

Historicamente, as barragens viabilizaram o desenvolvimento da humanidade, e são construídas para os mais diversos fins, dentre eles: abastecimento de água, dessedentação de animais, irrigação, geração de energia elétrica, recreação, regularização de vazão, navegação e contenção de rejeitos da indústria.

Ao se construir uma barragem, tem-se a formação de um reservatório, responsável por aumentar a disponibilidade hídrica superficial, que pode ser utilizado de acordo com as necessidades locais.

Segundo o Relatório de Segurança de Barragens (ANA, 2020) os usos principais das barragens no Brasil são: hidrelétrica, irrigação, defesa contra inundações, recreação, dessedentação de animais e regularização da vazão.

A elaboração do projeto e comissionamento de uma barragem devem considerar diversos aspectos, por exemplo: finalidade da barragem, tipo, dimensionamento, obras complementares, metodologia de construção e monitoramento da obra. Para além desses aspectos, a tomada de decisão deve considerar tanto as características físicas quanto as ambientais naturais da região, tais como: climatologia, recursos e balanço hídricos, morfologia, topografia, geologia, geotecnia e impactos ambientais (COSTA, 2012). Dessa forma, as equipes responsáveis pelo projeto devem ser compostas por profissionais de diversas áreas de especialização, com o intuito de evitar que qualquer informação essencial seja excluída do dimensionamento e arranjo da obra, em virtude das principais causas de rompimento de barragens estarem relacionadas a erros de projeto, de acordo com o estudo do *United States Bureau of Reclamation* (USBR, 1983).

Pereira (2018) afirma que alguns acidentes com barragens ocorridos nos últimos 10 anos no Brasil não possuem publicações, relatórios técnicos ou informações documentadas, e esse

cenário se repete ao redor do mundo. Ainda segundo o autor, atualmente, associações técnicas, pesquisadores e profissionais da área têm a falta de informação como fator limitante, prejudicando a detecção das causas de rompimento de barragens, dificultando o aprendizado de lições e evolução técnica da engenharia.

Dessa forma, se faz de suma importância que as informações sobre rompimentos de barragens sejam unificadas em uma base de dados pública e acessível, a fim de fomentar pesquisas para construção e monitoramento de barragens.

METODOLOGIA:

Os dados apresentados no presente estudo foram obtidos a partir de uma revisão bibliográfica de publicações buscadas no Portal de Periódicos CAPES/SCOPUS, SciELO, Repositórios Institucionais, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações: BDTD e MDPI - *Publisher of Open Access Journals*. Além dos Portais de Periódicos, livros foram utilizados para verificação de conceitos, disponíveis em acervos online e Biblioteca de Arquitetura e Engenharia da Universidade Estadual de Campinas.

Outra base de dados de extrema importância para esta pesquisa foi o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), institucionalizado pela Lei nº 12.334/2010, onde encontra-se um cadastro bem estruturado das barragens do Brasil.

Para elaboração da base de dados, foram considerados os seguintes itens: nome, localização (cidade, país, curso d'água, coordenadas), tipo de barragem, ano de construção e primeiro enchimento, altura, volume do reservatório, volume liberado no rompimento, altura e vazão de pico da onda de cheia, características do vale a jusante, data do rompimento (ou acidente), proprietário, finalidade do reservatório e cascata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Visto que as barragens são grandes obras de engenharia com alto grau de complexidade e que trazem riscos associados à sua ruptura, é evidente a necessidade de normas e legislações que garantam a segurança de barragens desde seu projeto até a fase de descomissionamento. Vale ressaltar que somente após grandes tragédias ocorridas mundialmente, na segunda metade do século XX, foram iniciados estudos acerca de Segurança de Barragens (PEREIRA, 2018).

Segundo a última atualização feita em Abril de 2020 no site da *International Commission on Large Dams* (ICOLD), existem 58.713 barragens cadastradas ao redor do mundo e o Brasil está entre os países com o maior número de Barragens, atingindo a marca de 22.926, conforme consta no Painel de Informações do SNISB consultado e atualizado em 14 de Agosto de 2021.

Apesar dos grandes acidentes de rompimento de barragens ocorridos no Brasil desde meados dos anos 60, como por exemplo o caso da Barragem Pampulha em Minas Gerais, foi somente em 2010, com a publicação da Lei n. 12.334 - Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) que se deu a institucionalização da segurança de barragens. Desde então, a Agência Nacional das

Águas (ANA) controla, em toda extensão da União, o atendimento da PNSB e conta com o auxílio dos órgãos estaduais. À ANA compete manter o SNISB, que tem o objetivo de armazenar, tratar, gerir e disponibilizar para a sociedade informações relacionadas à segurança de barragens em todo território nacional.

A classificação de barragens pode ser feita considerando diversos aspectos, como por exemplo, tamanho, materiais utilizados na construção, formato, finalidade, categoria de risco, dano potencial associado e assim por diante.

De maneira geral, as barragens de água podem ser enquadradas em dois grandes grupos: barragens de regularização e as de retenção. As primeiras são utilizadas para regularizar a disponibilidade hídrica ao longo do ano, possibilitando a acumulação de água para abastecimento, irrigação, piscicultura e até mesmo geração de energia elétrica. Já o segundo grande grupo de barragens, tem por finalidade amortecer ondas de cheias, evitando enchentes que possam acometer regiões vizinhas ao curso d'água. (COSTA, 2012).

Os materiais utilizados para construção de barragens podem partir dos mais convencionais, como terra, enrocamento, concreto e mistos, chegando aos não convencionais, como gabião, madeira e alvenaria de pedra (COSTA, 2012).

As pequenas barragens, por vezes construídas de materiais não convencionais, possuem uma capacidade menor de armazenagem, projetadas e implantadas, geralmente, por proprietários de terras com a finalidade de irrigação, dessedentação de animais e consumo próprio. As barragens recebem essa classificação quando estão dentro de todos os parâmetros definidos por lei, como: ser destinada para acumulação de água, com até 15 metros de altura da crista, volume do reservatório de, no máximo, 3 milhões de metros cúbicos, perfil homogêneo ou zoneado e vertedor de lâmina livre e descarregador de fundo (ANA, 2020).

Vale ressaltar que as barragens não englobadas na PNSB também conferem uma grande preocupação para a segurança pública. Segundo a literatura, a maior parte dos incidentes e acidentes ocorrem com pequenas barragens, sendo o local de ocorrência de mais de 90% desses eventos nos países em desenvolvimento. (PIASANIELLO et al., 2015)

Segundo o autor Vijay P. Singh (1996), as causas de ruptura podem ser acidentais ou propositais, naturais ou humanas. As acidentais ocorrem como resultado da deterioração natural da estrutura ("*aging of dams*") ou devido a eventos naturais extremos como terremotos, deslizamentos e cheias excepcionais. Exemplos das causas humanas são bombardeios, falhas de projeto ou fundação, falhas construtivas, operação imprópria do reservatório e demolições. Segundo Pereira (2018), podemos agrupar as causas de acordo com os principais aspectos que as permeiam, que são: aspectos geológico-geotécnicos (problemas variados de fundações, recalques, pressões neutras elevadas, deslizamento de taludes e materiais deficientes), hidrológicos (cheias subavaliadas resultando em vertedouros inadequados) e construtivos (tratamento das fundações das estruturas, compactação dos aterros e concretagem das estruturas). Para sumarização das informações acima, segue listagem na Figura 1 a seguir:

Com as informações obtidas pela pesquisa, foi elaborado um mapa com a localização das barragens, o número total de barragens cadastradas na base de dados, gráficos de barras e de dispersão com dados referentes a aspectos construtivos das barragens e de rompimento, conforme as Figuras a seguir.



Figura 2 – Menu do Dashboard do PowerBI. Fonte: Autora, 2021.

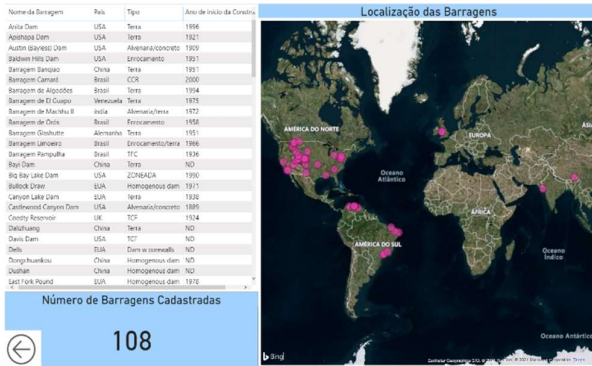


Figura 3 – Dashboard PowerBI. Fonte: Autora, 2021.

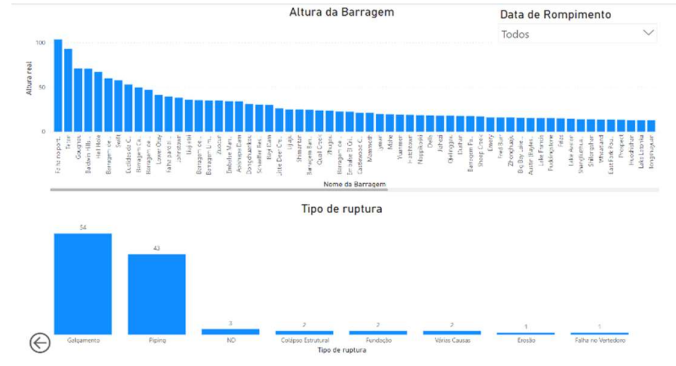


Figura 4 – Dashboard PowerBI. Fonte: Autora, 2021.

BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Águas – ANA. **Relatório de Segurança de Barragens – 2020**. Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB. 2020.

Association of State Dam Safety Officials (ASDSO), **Case Studies**. Sem Data.

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

COSTA, W. D. **Geologia das Barragens**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2012.

ICOLD. **General Synthesis**. International Commission on Large Dams, 2019.

JANSEN, R. B. U. S. **Dams and Public Safety**. Department of the Interior Bureau of Reclamation (USBR) Denver: Water Resources Technical, 1983.

CAMARGO, Wander Douglas Pires. **Estudo de acontecimentos históricos de ruptura de barragens**. 2014. 70 p. – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

KANJI, Milton Assis. **“Lições Aprendidas de Rupturas de Taludes”**, 4º. Congr. Bras. Estab. Encostas, Salvador, 2005.

LAURIANO, André Wilham. **Estudo de ruptura da Barragem de Funil: comparação entre os modelos FLDWAV e HEC-RAS**. 193 p. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2009.

PISANIELLO, John D. **International small dam safety assurance policy benchmarks to avoid dam failure flood disasters in developing countries**. Journal of Hydrology, [S.L.], v. 531, p. 3, 2015.

SINGH, V. P. **Dam breach modeling technology**. Dordrecht; Boston, Kluwer Academic, c1996. 242 p., il. ISBN 9789048146680 (broch.).

VILLAR, L.M. e BARRERA, D.S., **Lecciones Aprendidas de los Incidentes y Fallas en las Presas de Venezuela**. Caracas, Venezuela, 2016. Recurso digital.

WAHL, T.L., **Evaluation of Erodibility-Based Embankment Dam Breach Equations**. Department of the Interior Bureau of Reclamation (USBR) Denver: Water Resources Technical, 2014.

XU, Y.; ZHANG, L. M. **Breaching Parameters for Earth and Rockfill Dams**. Journal Of Geotechnical And Geoenvironmental Engineering, [S.L.], v. 135, n. 12, p. 1957-1970, dez. 2009. American Society of Civil Engineers (ASCE).