

XXX CLH

CONGRESO LATINOAMERICANO
DE HIDRAULICA | BRASIL | 2022

ANALES

- VOLÚMEN 5 -

INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China

Organizadores

Dr. Cristiano Poletto - UFRGS (Presidente)
Dr. José Gilberto Dalfré Filho - UNICAMP
Dr. André Luís Sotero Salustiano Martim - UNICAMP

**ANALES DEL
XXX CONGRESO LATINOAMERICANO DE
HIDRÁULICA 2022**

**- VOLÚMEN 5 -
INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**



Madrid – España
2023

Copyright © 2023, by IAHR Publishing.

Derechos Reservados en 2023 por **IAHR Publishing.**

Montaje: Cristiano Poletto

Organización General de la Obra: Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho;
André Luís Sotero Salustiano Martim

Maquetación: Juliane Fagotti; Cícero Manz Fagotti

Relectura General: Elissandro Voigt Beier

Portada: Juliane Fagotti

Cristiano Poletto; José Gilberto Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim
(Organizadores)

ANALES del XXX Congreso Latinoamericano de Hidráulica – VOLÚMEN 5 – INGENIERÍA
E INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS/ Organizadores: Cristiano Poletto; José Gilberto
Dalfré Filho; André Luís Sotero Salustiano Martim – MADRI, España: IAHR Publishing,
2023.

555p.: il.;

ISBN • 978-90-832612-6-3

*ES AUTORIZADA la libre reproducción, total o parcial, por cualquier medio, sin
autorización escrita del Editor o de los Organizadores.*

USO DE DIFERENTES TOPOGRAFIAS NA PROPAGAÇÃO DE HIDROGRAMA ASSOCIADO À RUPTURA HIPOTÉTICA DE BARRAGEM

Rute Ferla¹, Renato Steinke Júnior¹, Thiago Cepik Brune¹, Priscila Maria Kipper¹, Eder Daniel Teixeira¹, Mauricio Dai Prá¹, Luiz Augusto Magalhães Endres¹, Daniela Guzzon Sanagiotto¹, Marcelo Giulian Marques¹ e Camila de Souza Dahm Smiderle²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil; ²Companhia Estadual de Geração de Energia Elétrica (CEEE-G), Brasil.
 rute.ferla@ufrgs.br; renato.steinkejuni@outlook.com; thiagocbrune@gmail.com; priscila_kipper@hotmail.com; eder.teixeira@ufrgs.br; mauricio.daipra@ufrgs.br; endres@ufrgs.br; dsanagiotto@ufrgs.br; mmarques@iph.ufrgs.br; camila.dahm@ceee.com.br

Introdução

Mesmo com os contínuos avanços nas técnicas construtivas e na fiscalização de barragens, a possibilidade de rompimento dessas estruturas nunca é nula. A realização de estudos de ruptura de barragens deve levar em conta, dentre outros, o conhecimento de informações associadas à topografia e batimetria da região a jusante. Por sua vez, quando inexistentes, o levantamento de tais informações pode contribuir com parcela significativa nos custos associados aos referidos estudos. No Brasil, não há diretrizes claras quanto às escalas, precisões e/ou resoluções mínimas que devem ser consideradas nos dados topográficos a serem utilizados nos estudos de ruptura de barragens.

No que diz respeito à influência da topografia nos resultados associados às simulações de ruptura, há divergências na literatura especializada. Rocha (2015) menciona que a topografia pode ser o principal fator de influência na previsão da mancha de inundação. Por outro lado, de acordo com Tschiedel e Paiva (2018), quando se está avaliando fontes de incerteza associadas aos dados de entrada em estudos de ruptura de barragens, a topografia nem sempre é o fator mais impactante.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar os resultados associados ao uso de diferentes bases topográficas na propagação de ondas provenientes da ruptura hipotética de uma barragem estudo de caso. Para tal, considerou-se a região a jusante da barragem João Amado e a montante do reservatório da barragem Guarita, ambas localizadas no Rio Guarita (as margens de ambos reservatórios estão localizadas nos municípios de Redentora e Erval Seco, RS/Brasil).

Metodologia

No estudo de caso, considerou-se o rompimento hipotético da barragem João Amado e avaliou-se a propagação do hidrograma até uma região imediatamente a montante do início do reservatório da barragem Guarita (totalizando cerca de 48 km de extensão longitudinal). A propagação do hidrograma associado à ruptura hipotética da barragem foi realizada no software HEC-RAS (versão 6.1), em sua solução bidimensional (2D).

Para desenvolvimento das análises, foram utilizadas três diferentes bases topográficas. Uma delas (aqui nomeada MDE JA) se constitui de um modelo digital de elevação (MDE) construído especialmente para a referida região. A elaboração do MDE JA se deu por meio da combinação de informações de duas bases cartográficas, com curvas de nível com espaçamento de 5 m e de 20 m, juntamente com informações de 16 seções topobatimétricas. Além da base MDE JA, utilizaram-se os modelos NASADEM (NASA, 2020) e FABDEM (Hawker et al., 2022), ambos de abrangência global, com acesso livre e resolução espacial de 30 m. O modelo NASADEM trata-se de um reprocessamento e melhoramento dos dados originais da missão SRTM (NASA, 2020), ao passo que os dados altimétricos do modelo FABDEM estão baseados no CopernicusDEM, tendo sido realizados processamentos para retirada dos efeitos da vegetação e de áreas urbanas (Hawker et al., 2022). Vale destacar que os modelos livres avaliados não dispõem de informações batimétricas do rio.

No programa HEC-RAS, considerou-se malha bidimensional, de geometria 10 m X 10 m (nas proximidades do eixo do rio), juntamente com uma malha mais grosseira, de geometria 100 m X 100 m (nas zonas mais afastadas às margens do rio). Utilizou-se coeficiente de rugosidade de Manning igual a 0,045 para todo o trecho. Na condição de contorno de montante, considerou-se um hidrograma de ruptura hipotético, associado a uma chuva com período de retorno de 10.000 anos, com vazão de pico igual a 2.650 m³/s e tempo de pico igual a 15 minutos. Como condição de contorno de jusante, considerou-se a profundidade normal do escoamento (associada à ocorrência do regime uniforme).

Resultados e conclusões

Foram avaliados os resultados de profundidade e vazão do escoamento, resultantes da aplicação do programa HEC-RAS, nos três diferentes terrenos avaliados (MDE JA, NASADEM e FABDEM), conforme disposto na Tabela 1, em quatro seções transversais (ST, cujas posições estão indicadas na Figura 1) ao longo do vale estudado. Como sugere a Tabela 1, quando comparados os resultados entre os diferentes terrenos associados, as vazões do escoamento obtidas ao longo do trecho são relativamente próximas. Os resultados de profundidade do escoamento associados às bases NASADEM e FABDEM resultaram próximos entre si, porém, muito distintos dos obtidos com o uso do MDE JA (diferença da ordem de 100% a 300%).

Tabela 1.- Resultados de profundidade e vazão obtidos pelo HEC-RAS (para os diferentes MDE's testados).

ST	Profundidade (m)				Vazão (m ³ /s)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
MDE JA	16,8	20,5	12,9	9,5	2.396	1.882	1.780	702
NASADEM	6,5	6,5	6,8	4,4	2.324	1.834	1.634	692
FABDEM	6,4	4,9	8,3	3,8	2.352	2.057	1.886	914

A Figura 1 apresenta o contorno da mancha de inundação resultante do uso dos três diferentes terrenos no programa HEC-RAS. Em termos de área alagada, os resultados foram semelhantes: 12,8 km² (MDE JA), 15 km² (NASADEM) e 13 km² (FABDEM). Já em termos de aspecto da mancha de inundação, os resultados dos modelos NASADEM e FABDEM foram muito semelhantes (Figura 1), ao passo que o resultado do MDE JA se mostrou mais distinto das demais, especialmente nas porções mais a montante do trecho (Figura 1b).

A conformação dos terrenos em cada seção, bem como a representação da linha d'água, consta na Figura 2. É possível identificar uma aproximação entre as bases NASADEM e FABDEM, tanto em elevações quanto em geometria, porém, o mesmo não se pode dizer quando comparadas com o MDE JA.

Os resultados obtidos até o momento sugerem que o uso de bases livres pode contribuir com estimativas aceitáveis, especialmente no contorno da mancha de inundação. Para o caso analisado, em geral, o contorno da mancha obtido com os modelos NASADEM e FABDEM é mais conservador do que o resultante do uso do

MDE JA. Se, por um lado, manchas de inundação de maior abrangência são mais favoráveis à segurança, por outro, acabam impactando em custos maiores e aumento na quantidade de serviços associados à implantação de Planos de Ação Emergencial (PAE) e planos de contingência.

Os resultados apresentados são preliminares. Na sequência, realizar-se-ão análises e comparações adicionais, incluindo avaliação de sensibilidade de outros parâmetros hidráulicos (como o tempo de chegada da onda, por exemplo), bem como uso de outras bases topográficas e aplicação a outros locais.

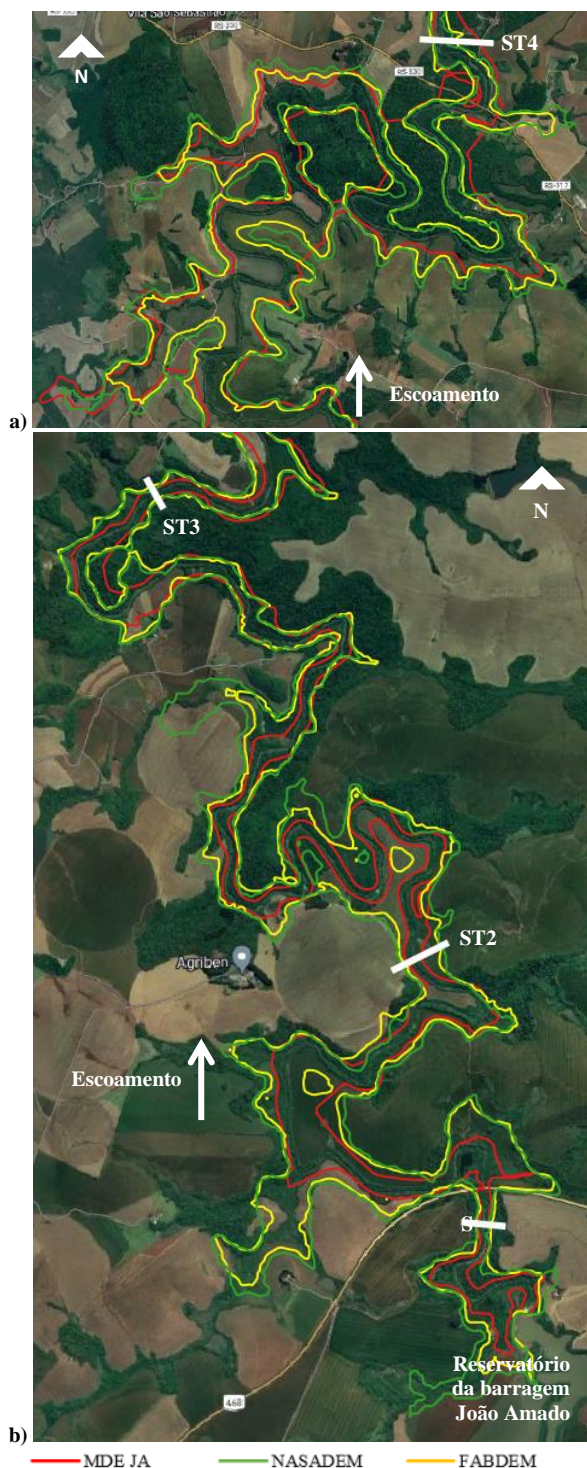


Figura 1.- Contorno da mancha de inundação, nas porções mais a jusante (a) e a montante (b) do trecho avaliado e indicação da posição das seções transversais ST1 à ST4. A distância entre as referidas seções e a barragem é de, respectivamente, 1,6 km; 8 km; 19,4 km e 47 km.

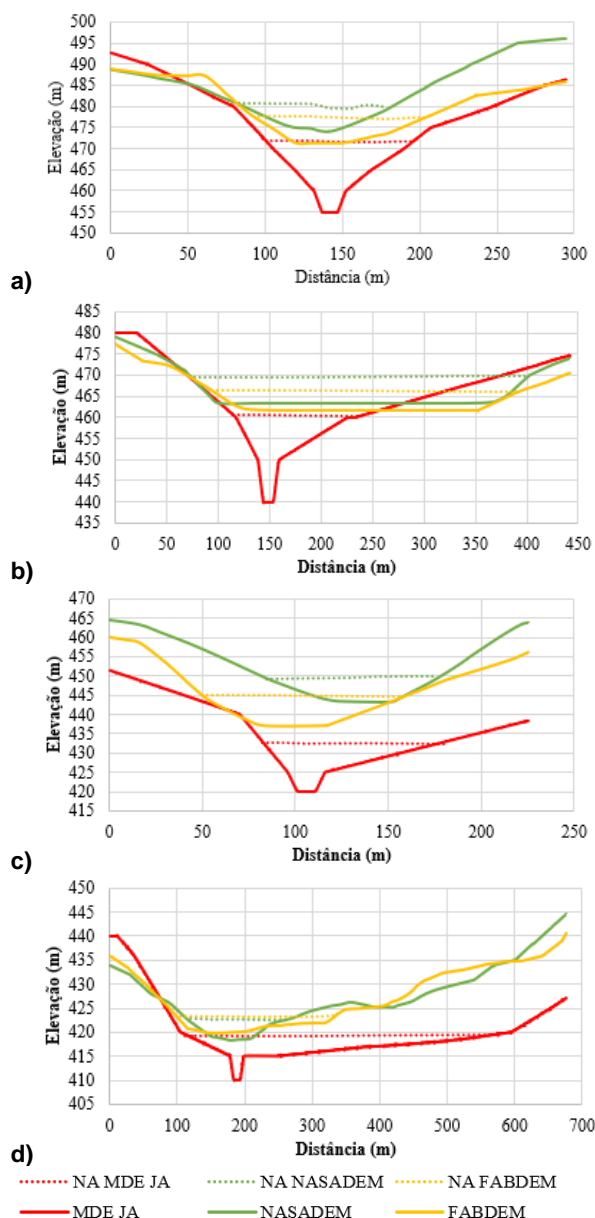


Figura 2.- Conformação do terreno (em linha contínua) e indicação do nível d'água (NA, em linha pontilhada) nas seções transversais ST1 (a), ST2 (b), ST3 (c) e ST4 (d).

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos financiadores e facilitadores: Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), CAPES (Brasil) e CNPq (Brasil).

Referências

- Hawker, L. et al.** (2022). "A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed". *Environmental Research Letters*, Vol. 17, No. 2, Fevereiro 2022, 024016.
- NASA** (2020). "NASADEM: Creating a New NASA Digital Elevation Model and Associated Products". NASA's Jet Propulsion Laboratory. Disponível em <https://go.nasa.gov/3wwfHEt>. Acesso em maio/2022.
- Rocha, F. F.** (2015). "Retroanálise da ruptura da barragem São Francisco – Mirai, Minas Gerais, Brasil". Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da UFMG, Minas Gerais, 2015.
- Tschiedel, A. F. e Paiva, R. C. D.** (2018). "Uncertainty assessment in hydrodynamic modeling of floods generated by dam break". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 23, e30, Maio 2018.