

# ESTIMATIVA DE FUNÇÕES LIMITES PARA ANÁLISE DA REMOÇÃO DE SEDIMENTOS ATRAVÉS DE DESCARREGADORES DE FUNDO PARA PEQUENAS BARRAGENS

Vinícius Lima de Oliveira<sup>1</sup>, Eder Daniel Teixeira<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Aluno, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, IPH/UFRGS  
<sup>2</sup>Professor orientador, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, IPH/UFRGS

## INTRODUÇÃO

Barragens são estruturas hidráulicas essenciais para o armazenamento de água em seus diferentes usos, tais como, regularização de ondas de cheias, irrigação, abastecimento de água e geração de energia, sendo este responsável por cerca de 65% de toda produção de energia elétrica. O assoreamento é uma das principais causas da redução da vida útil dos barramentos e este aspecto vem sendo estudado por causar prejuízos econômicos e reduzir o volume útil desses reservatórios.

Com o intuito de remover os sedimentos depositados nos reservatórios podem ser inseridos ao barramento descarregadores de fundo, que através da capacidade de arraste do escoamento removem o material junto ao paramento de montante dessas estruturas visando proteger a tomada da água e, em casos de geração de energia, garantir a integridade das turbinas. Desta forma, um dos objetivos da pesquisa em andamento visa apresentar as funções limites que generalizam os adimensionais de previsão do alcance de remoção de sedimentos nos reservatórios de pequenas barragens (com altura inferior a 15 m) via operação dos descarregadores de fundo.

## METODOLOGIA

As informações utilizadas para a elaboração deste trabalho foram obtidas através de ensaios realizados em três modelos físicos experimentais, os quais simulam o funcionamento de descarregadores de fundo em pequenas barragens, denominados de modelo físico conceitual (figura 1), final (figura 2) e complementar (figuras 3 e 4) que foram instalados no Laboratório de Obras Hidráulicas (LOH) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas IPH/UFRGS.

Os modelos conceitual e final são abastecidos pelo sistema de abastecimento e armazenamento de água principal do LOH, já o modelo complementar é abastecido por um sistema fechado, com dois reservatórios, independentes ao sistema principal do laboratório. A tabela 1 apresenta as características estruturais de cada modelo utilizados nos ensaios em questão.

Modelo	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Diâmetro do descarregador (mm)	Material ensaiado
Conceitual	30,0	0,50	0,60	32	Borracha - Carvão - Areia
Final	16,0	2,00	0,60	32 - 50 - 75	Borracha
Complementar	9,0	0,60	1,00	75	Borracha

Tabela 1 – Características dos modelos



Figura 1 – Modelo físico conceitual. Fonte: Autor(2018).

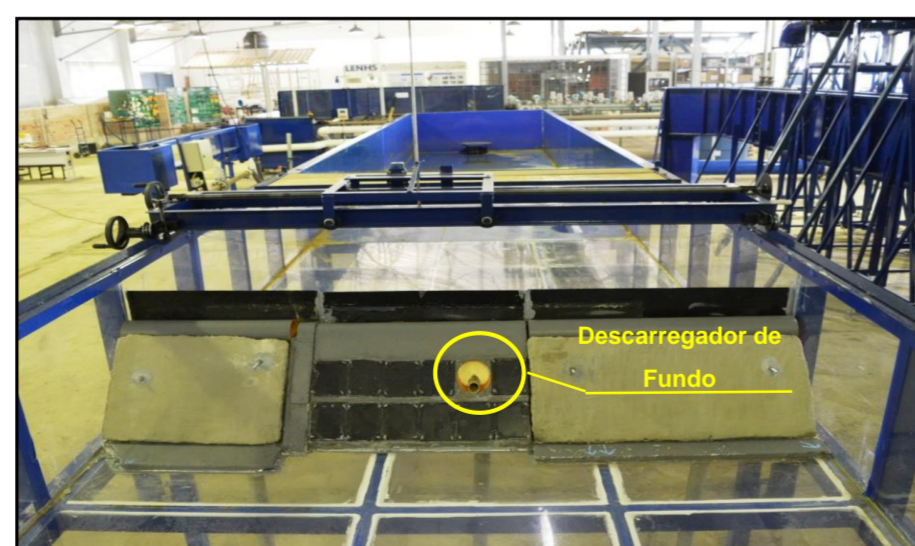


Figura 2 – Modelo físico final. Fonte: Autor(2018).



Figura 3 – Modelo físico complementar. Fonte: Autor(2018).

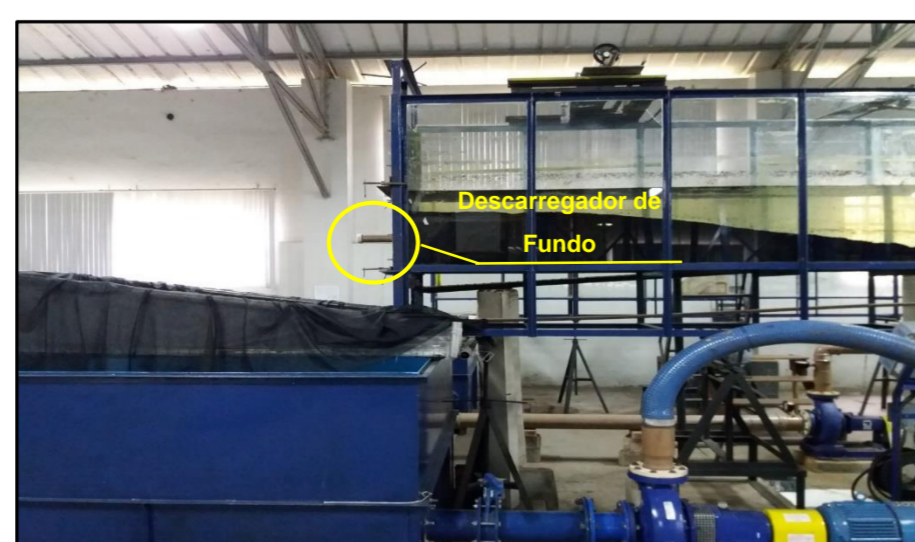


Figura 4 – Modelo físico complementar. Fonte: Autor(2018).

Considerando os parâmetros adimensionais previamente definidos, foram então, estabelecidas as relações entre o alcance máximo de remoção de sedimentos ( $L_{smáx.}$ ) e a cota máxima de remoção ( $Z$ ), figura 5, através dos resultados obtidos nos três modelos físicos dos descarregadores de fundo. Foram avaliadas as características hidrodinâmicas do escoamento através do Número de *Froude*, e as características dos sedimentos, tais como, massa específica e diâmetros do grão. Foram identificados visualmente os pontos que contornam o gráfico na parte superior e inferior para então determinar suas funções limites características.

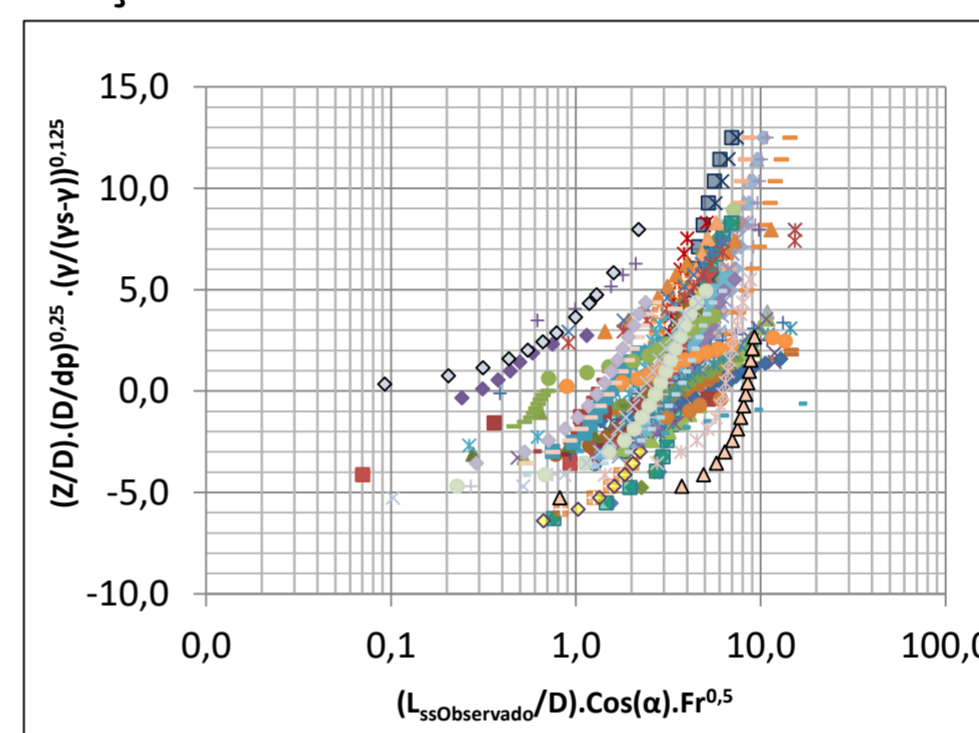


Figura 5 – Conjunto de dados analisados

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

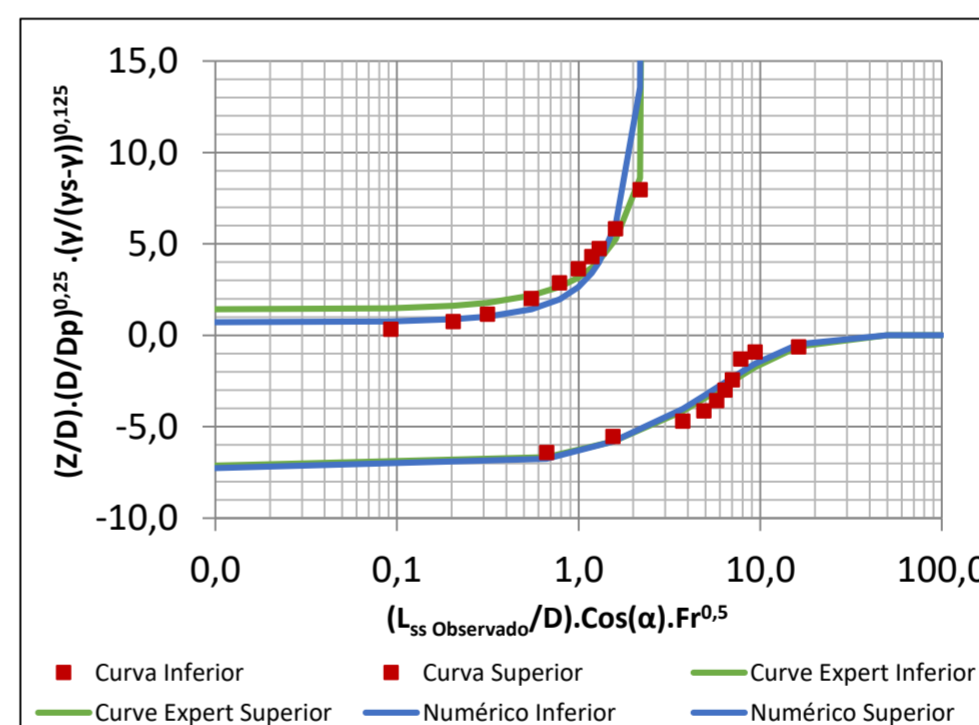


Figura 6 – Resultados dos ajustes

Função	Númérico	CurveExpert®
Superior	$y = 0,666e^{1,3811x}$	$y = 1,364e^{0,8438x}$
Inferior	$y = -7,549e^{-0,1685x}$	$y = -7,379e^{-0,1541x}$

Tabela 2 – Funções envoltórias

O comportamento dos pontos indica que o melhor ajuste de função com a menor quantidade de coeficientes envolvidos é o ajuste exponencial.

Pela figura 6 pode-se observar que o ajuste escolhido apresenta uma boa representação dos dados, existindo assim, uma pequena variação entre os métodos na curva superior.

Resíduos CurveExpert®		Resíduos MMQ	
Inferior	Superior	Inferior	Superior
2,760	4,304	3,015	35,098

Tabela 3 – Resíduos

## CONCLUSÕES

Calculando os resíduos dos dois métodos podemos afirmar que o software *CurveExpert*® apresenta um ajuste melhor para os dados. Com as funções determinadas pode-se definir a tendência dos pontos observados para condições extremas de funcionamento dos modelos, e com isso, em estudos futuros aplicar essas funções em condições reais de protótipo, generalizando sua utilização.

## REFERÊNCIAS PRINCIPAIS

- Emamgholizadeh S., Bina M., Fathi-Moghadam M., Ghomeysi M. (2006). "Investigation and Evaluation of the Pressure Flushing Through Storage Reservoir". ARPN. Journal of Engineering and Applied Sciences 1(4), pp. 7-16.
- Emamgholizadeh S., Bateni S.M, Jeng D.S. (2013). "Artificial intelligence-based estimation of flushing half-cone geometry". Engineering Applications of Artificial Intelligence, n. 26, pp.2551-2558.
- Fathi-Moghadam M. et al. (2010) "Physical modelling of pressure flushing for desilting of non-cohesive sediment". Journal of Hydraulic Research, v. 48, n. 4, pp.509-514.
- Madadi M.R., Rahimpour M., Qaderi K. (2016). "Sediment flushing upstream of large orifices: An experimental study, in Flow Measurement and Instrumentation". 52, pp.180-189.
- Mahmood, K. (1987). "Reservoir sedimentation: impact, extent, and mitigation". [S.l.]: [s.n.].
- MME, M. De M. E. E. (2015). "Balanço energético nacional". [S.l.]: [s.n.].
- Meshkati M.E., Dehghani A. A., Naser G., Emamgholizadeh S., Mosaedi A. (2009). "Evolution of Developing Flushing Cone during the Pressurized Flushing in Reservoir Storage". World Academy of Science, Engineering and Technology, International Scholarly and Scientific Research & Innovation, Vol.3, No 10, pp.355-359.
- Bortoli A.L., Quadros R.S. Fundamentos de Cálculo Numérico para Engenheiros. Porto Alegre: 2009.

## AGRADECIMENTOS