

RESULTADOS PRELIMINARES PARA ESTIMATIVA DA REMOÇÃO DE SEDIMENTOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE DESCARREGADORES DE FUNDO EM PEQUENAS BARRAGENS

ALINE SAUPE ABREU¹; LORENA SILVA SARAIVA²; DIEGO SANTOS DA SILVEIRA²; MARCELO GIULIAN MARQUES²; MAURÍCIO DAI PRÁ³; EDER DANIEL TEIXEIRA³;

¹ Mestranda em Recursos Hídricos, CDTec/UFPEL, alsaupe@gmail.com

¹ Engenheira Civil- lorenassaraiva@gmail.com

² Graduando em Engenharia Civil, UFRGS- diegosantodasilveira@gmail.com

² Docente, IPH/UFRGS- mmarques@iph.ufrgs.br

³ Docente, CDTec/UFPEL- mdaipra@gmail.com

³ Docente, IPH/UFRGS- eder.teixeira@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

Descarregadores de fundo são estruturas hidráulicas presentes em um grande número de barragens de pequeno e médio porte, essenciais para remoção de sedimentos nestes empreendimentos. São incorporados ao paramento de montante e na porção inferior do volume útil dos reservatórios com o objetivo de aumentar a capacidade de armazenamento de água e a vida útil do empreendimento em questão. O funcionamento dos descarregadores de fundo se dá através da remoção do sedimento por meio da capacidade de arraste pelo escoamento.

O assoreamento oriundo de atividades antrópicas e naturais das bacias hidrográficas, torna-se um processo gradativo e inerente aos diferentes aproveitamentos de acordo com seu uso e intensificação. Em diversos locais do mundo, em função de sua importância e segundo alguns autores, Meshkati et al. (2009), Meshkati et al. (2010) em Emamgholizadeh et al. (2013), Fathi-Moghadam et al. (2010) e Emamgholizadeh e Fathi-Moghadam (2014), estão sendo desenvolvidas diferentes metodologias de análise e estimativa de remoção de sedimentos em reservatórios através da utilização de descarregadores de fundo instalados em barramentos.

Desta forma, o presente trabalho visa apresentar os resultados preliminares obtidos para a estimativa de remoção de sedimentos em reservatórios, através de equações aplicadas aos estudos experimentais. Os resultados obtidos foram extraídos a partir dos estudos experimentais desenvolvidos no Laboratório de Obras Hidráulicas (LOH) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através de modelo experimental com ensaios em reservatório de nível constante.

2. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no modelo físico experimental instalado em um canal metálico de 16 m de comprimento, 2 m de largura e 0,80 m de altura (nos 8 m centrais ao longo do canal), de acordo com a Figura 1 e Figura 2, sendo que o dispositivo de descarga de fundo foi colocado acima do fundo, utilizando tubos de PVC.

Os diâmetros analisados foram de 33, 50, 75 e 100mm para as diferentes vazões de 1,4; 3,0; 6,48 e 12,6L/s. As alturas do depósito de sedimentos (H_s) variaram de 12,5 a 12,7cm para as alturas de água (H_w) de 33,31; 28,7; 24,03 e 21,10cm. Os Reynolds (Re_d) extraídos foram de $6,37 \times 10^4$, $8,68 \times 10^4$, $1,25 \times 10^5$ e $1,71 \times 10^5$ para os diferentes diâmetros de ensaio.



Figura 1. Vista de frente do modelo com descarga de fundo aberto na posição 12. Fonte: SARAIVA, 2017.

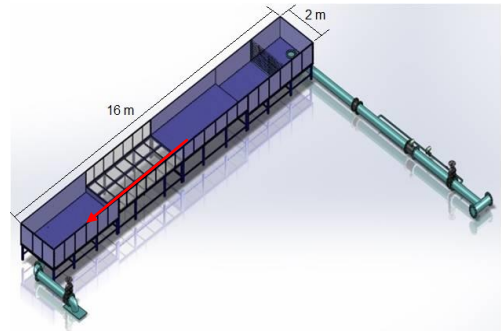


Figura 2. Representação das dimensões do modelo físico experimental utilizado. Fonte: SARAIVA, 2017.

As principais variáveis que afetam a geometria do cone proveniente da remoção do sedimento pela descarga de fundo são a massa específica do fluido (ρ_w), a viscosidade dinâmica do fluido (μ), a aceleração da gravidade (g), o diâmetro médio do sedimento ($1,18\text{mm} < d_s < 2,00\text{mm}$), a massa específica de sedimento ($\rho_s = 1,08\text{g/cm}^3$), a carga total acima do centro do orifício ($H_W + D/2$), a descarga de saída do orifício (Q), o diâmetro do orifício (D), a velocidade média no interior da descarga (v), a área do orifício (A_D) e o comprimento máximo de remoção do sedimento (L_{smax}). A Equação 1 apresenta esses termos de forma funcional.

$$f(\rho_w; \mu; g; d_s; \rho_s; H_W; D; v; L_{smax}) = 0 \quad (1)$$

Selecionando H_W , g e ρ_w como as variáveis independentes, parte dos termos resultantes da análise dimensional estão apresentados a seguir, na Equação 2, sendo que Fr_d é o número de Froude considerado, Re_d é o número de Reynolds da descarga e os demais termos são equivalentes aos já apresentados.

$$f\left(Fr_d; Re_d; \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}; \frac{d_s}{D}; \frac{H_W}{D}; \frac{L_{smax}}{D}\right) = 0 \quad (2)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as geometrias dos cones obtidos nos ensaios foi possível determinar o comprimento máximo de remoção do sedimento (L_{smax}), e a geometria representada na parte superior do cone de remoção. Observa-se também, que a remoção lateral dos sedimentos ($W_{máx.}$) pode ser representada por um semicírculo de raio equivalente ao comprimento máximo de remoção do sedimento (L_{smax}), conforme apresentado na Figura 3 e na Tabela 1.

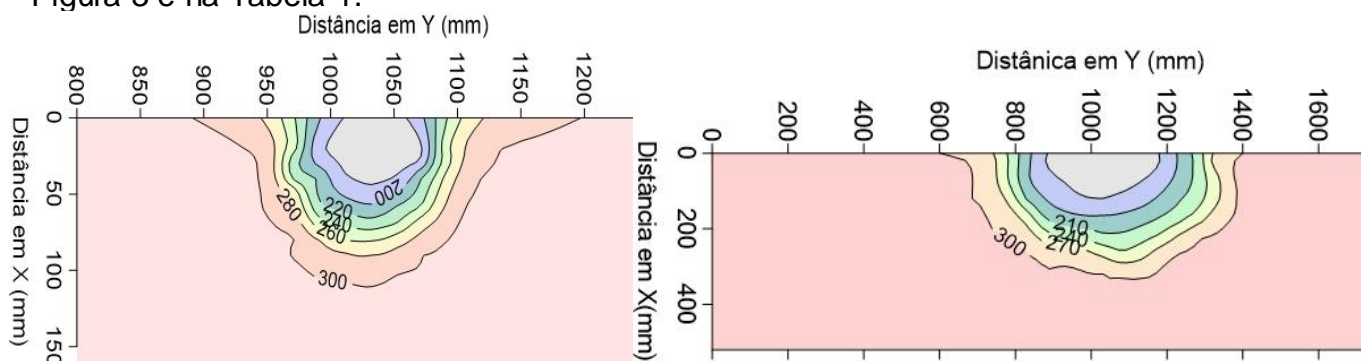


Figura 3: Geometrias semicirculares obtidas através da remoção de sedimentos pelos descarregadores de fundo, D33mm e D100mm, nas vazões de 1,40 e 12,6l/s, respectivamente.

Tabela 1. Comprimento máximo de remoção do sedimento ($L_{smáx}$) e largura máxima de remoção do cone ($W_{máx.}$).

Diâmetro Interno (mm)	D_i	28	44	63	94
Comprimento Máximo de Remoção de Sedimentos (mm)	$L_{smáx}$	119	196	220	845
Relação de $L_{smáx}/D_i$	$L_{smáx}/D_i$	4.250	4.455	3.492	8.989
Froude (adm)	Fr_d	4.339	3.004	2.354	1.893
Largura Máxima de remoção(mm)	W	110.8	192.2	253.3	331.9
Relação de W/D_i	W/D	3.957	4.368	4.021	3.531

De acordo com a Figura , pode-se observar que as relações L_{max}/D_i em função de Fr_d encontradas por:

- Os adimensionais propostos por Meshkati et al. (2010) em Emamgholizadeh et al. (2013) foram os que mais se aproximaram dos valores obtidos neste estudo, possivelmente devido as suas relações de massas específicas encontrarem-se entre $\rho_s = 1230$ a 1405 kg/m^3 , próximas ao do material granular utilizado em neste estudo ($\rho_s = 1.080 \text{ kg/m}^3$);
- As menores relações foram apresentadas por Meshkati et al. (2009), provavelmente relacionada a massa específica da Sílica, sedimento escolhido e analisado em seus ensaios, de 1.800 kg/m^3 maior que o estabelecido no presente estudo;
- Fathi-Moghadam et al. (2010) apresentaram as maiores relações adimensionais para a maior massa específica verificada $\rho_s = 2.650 \text{ kg/m}^3$;
- Emamgholizadeh e Fathi-Moghadam (2014) apresentaram a mesma ordem de grandeza entre si $\rho_s = 1230$ a 1405 kg/m^3 , entretanto superiores ao presente estudo;

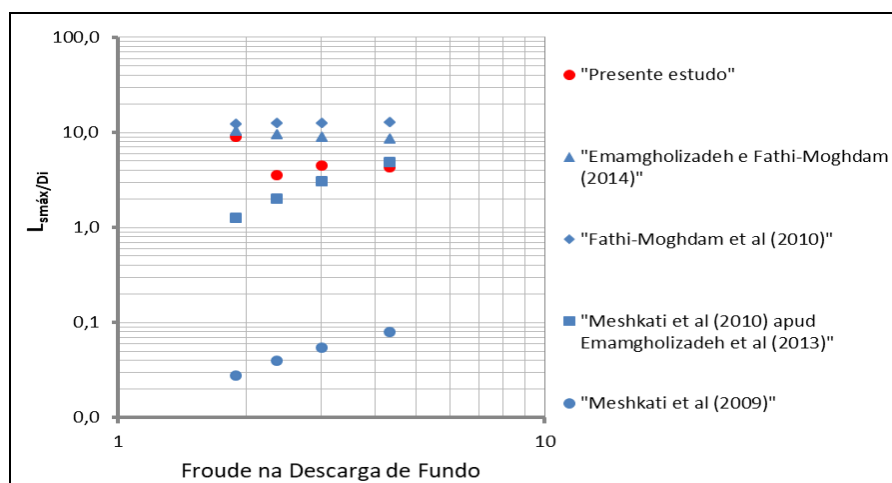


Figura 3: Comparação com diferentes autores da relação $L_{smáx}/D_i$ em função do número de Froude no interior da descarga de fundo. Fonte: SARAIVA, 2017.

4. CONCLUSÕES

Pelas análises preliminares pode-se observar que os adimensionais propostos até o presente momento são sensíveis à variação da massa específica do material ensaiado, sendo que este parâmetro deve ser considerado em futuras análises. A

formulação de Meshkati et al. (2010) em Emamgholizadeh et al. (2013) apresentaram resultados coerentes com o presente estudo.

Em continuação a este trabalho serão desenvolvidos diferentes ensaios onde se irá variar as condições de contorno (diâmetros, vazões de descarga e pesos específicos do material). A partir destes resultados serão verificadas novas formulações dos adimensionais, de maneira que possam representar adequadamente o fenômeno. Em uma fase posterior, após ter sido compreendido o processo de remoção de sedimentos serão estudadas outras formas estruturais de geometria dos descarregadores de fundo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP/Brasil), a Fundação de Apoio Universitário (FAU/UFPEl) e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Emamgholizadeh S., Bina M., Fathi-Moghadam M., Ghomeyshi M. (2006). Investigation and Evaluation of the Pressure Flushing Through Storage Reservoir. *ARNP. Journal of Engineering and Applied Sciences* 1(4), pp. 7-16.
- Emamgholizadeh S., Fathi-Moghadam M. (2014). Pressure Flushing of Cohesive Sediment in Large Dam Reservoirs. *ASCE. Journal of Hydrologic Engineering* 19(4), pp. 674-681.
- 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.
- Fruchard F., Camenen B. (2012). Reservoir Sedimentation: Different type of flushing- friendly flushing example of genissiat dam flushing, in proceedings of ICOLD **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DAMS FOR A CHANGING WORLD**, Kyoto, Japan, 6 p.
- Hsieh W.S. (1999). Flushing sediment through reservoirs in *Journal of Hydraulic Research*, v. 37. n 6.
- 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.
- 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.
- Saraira, L. S.; Abreu, A. S.; SILVEIRA, D., S., da.; DESESSARDS, F.,P.; FERLA, R.; DAI PRÁ, M.; TEIXEIRA, E., D., ENDRES, L., A., M.; MARQUES, M., G.; **Previsão do alcance da remoção de sedimentos por descarga de fundo de pequenas Barragens. In: Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa-13ºSilusba**, 2017, Porto-Portugal. p. 01- 10.
- Shahmirzadi M.E.M., Dehghani A.A., Sumi T., Mosaedi A., Mefth-a H.M. (2010). Experimental Investigation of Pressure Flushing Technique in Reservoir Storages, in Water and Geoscience proceedings of the 5th IASME/WSEAS International Conference on Water Resources, Hydraulics and (WHH'10) and the 4th IASME/WSEAS International Conference on Geology and Seismology (GES'10), University of Cambridge, UK, February 23-25, pp. 132-137.
- Talebbeydokhti N., Naghshineh A. (2004). Flushing Sediment Through Reservoirs. *Iranian Journal of Science & Technology*, Dept. of Civil Engineering, Shiraz University, Shiraz, I. R. of Iran. Transaction B, 28(B1), pp. 119-136.