

PROTEÇÃO DE MARGENS CONTRA O EFEITO DE ONDAS A JUSANTE DE DISSIPADOR POR RESSALTO HIDRÁULICO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH - Laboratório de Obras Hidráulicas

>>INTRODUÇÃO<<

O dissipador por ressalto hidráulico costuma ser bastante empregado em usinas hidrelétricas. Com o objetivo de reduzir os efeitos da energia de queda liberada pelo vertedouro, esse tipo de estrutura possui papel fundamental na segurança da barragem. Apesar dos diversos estudos desenvolvidos sobre o ressalto hidráulico, pouca atenção ainda é dada ao escoamento a jusante, que pode se desenvolver de diversas maneiras, de acordo com o número de Froude que caracteriza o ressalto. Em alguns casos, surge um fenômeno ondulatório com características de período e altura bastante variáveis, que pode provocar efeitos prejudiciais às margens dos rios por alguns quilômetros além da usina. O presente estudo analisou o efeito erosivo provocado por ondas regulares, utilizando um modelo físico já existente no LAHIMA (Laboratório de Hidráulica Marítima). As ondas simuladas foram previamente estudadas no LOH (Laboratório de Obras Hidráulicas), com a utilização de modelo físico de um canal retangular com vertedouro em degraus.

>>OBJETIVOS<<

O objetivo deste trabalho é a análise dos efeitos sobre as margens constituídas por material granular sujeitas à ação de ondas regulares. A estabilização das margens é fundamental em diversos aspectos. Estruturas próximas ao leitos dos rios, como pontes e tubulações podem sofrer danos devido ao processo de recalque dos taludes. A própria obra hidráulica também deve ser afetada se a erosão ocorrer mais próxima do dissipador de energia.

>>METODOLOGIA<<

Nesta pesquisa foram realizados diversos ensaios no modelo físico bidimensional do canal de ondas do LAHIMA. Ao longo deste canal foram instaladas quatro sondas medidoras de nível. Uma foi instalada próxima ao gerador com o objetivo de medir a altura de onda na parte mais profunda do canal, enquanto os outros três medidores foram posicionados na parte mais rasa. As quatro sondas estavam fixas a suportes de madeira e a uma régua milimetrada com ajuste fino da posição vertical.

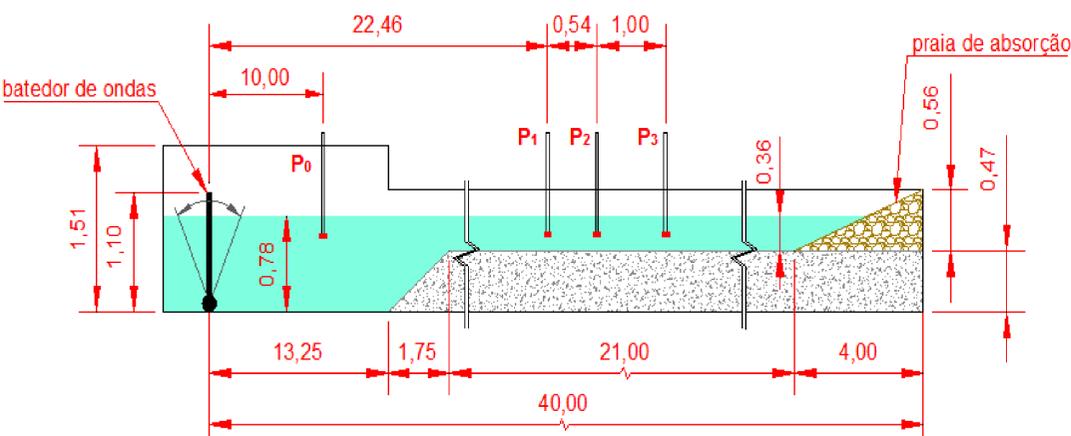


Figura 1: Esquema de posição das sondas (distâncias em metros).

Para o levantamento da superfície do talude, antes e após a incidência das ondas, foi utilizado um medidor de distância a laser, acoplado a uma mesa de coordenadas (figuras 4 e 5). O equipamento possui uma precisão de 0,1 mm e uma velocidade de leitura de 100 medidas/seg.

>>MODELO FÍSICO<<

O modelo físico é composto por canal retangular de fundo horizontal, com um bater de ondas instalado em uma das extremidades. Na extremidade oposta, foram instalados taludes constituídos de brita ou areia, com diferentes inclinações, seguindo recomendações da bibliografia. O canal é de alvenaria e possui as seguintes dimensões: 43 m de comprimento, 1 m de largura e um desnível de 47 cm.

O gerador de ondas que o canal possui é do tipo articulado no fundo, constituído de uma pá plana movimentada por um baço regulável que gira em torno de um eixo, acionado por um inversor de frequência (figuras 2 e 3). A montante do gerador, há uma área de amortecimento preenchida de material poroso de modo a absorver as ondas geradas no sentido contrário.



Figura 2: Gerador de ondas.



Figura 3: Variador de frequência.

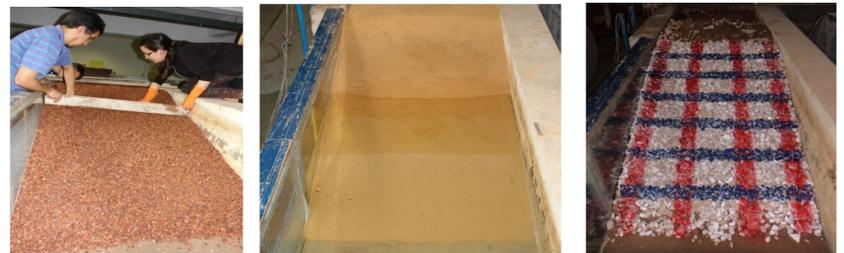


Figura 4: Mesa de coordenadas sobre o canal.



Figura 5: Laser MD250.

Os ensaios sempre iniciaram pelo processo de calibração das sondas. Em todos eles foram adquiridos registros por 180 segundos. O critério de dimensionamento para o diâmetro e inclinação do material do proteção do talude, utilizado nessa pesquisa, indicou o emprego, em grandezas do modelo físico do canal de ondas, do diâmetro D50 equivalente a 28 mm (142 mm no protótipo) com inclinação de 1:3. Com base nessa informação e visando explorar maiores possibilidades, os materiais empregados para a construção dos taludes foram denominados brita G (brita grande), brita P (brita média) e areia, com diâmetros correspondentes ao D50 iguais a 21, 5,4 e 0,32mm, respectivamente. Para cada um destes materiais, foram construídos taludes em três inclinações: 1:3, 1:2 e 1:1 (tabela 1). As ondas características identificadas no estudo do modelo com vertedouro em degraus para as vazões de 40, 60 e 80l/s foram denominadas a, b e c (tabela 2), respectivamente.



Figuras 6, 7 e 8: Taludes de brita média, areia e brita grande, respectivamente.

Talude (V:H)material	brita G	brita P	areia
1:3	a, b, c	a, b, c	a, b, c
1:2	a, b, c	a, b, c	a, b, c
1:1	a, b, c	--	--

Tabela 1: Parâmetros de estudo.

Onda	a	b	c
Q*(l/s)	40	60	80
Hs (cm)	5,2	6,1	7,5
Ts (s)	1,3	1,4	1,7

Tabela 2: Tipos de ondas a, b e c.

>>RESULTADOS<<

Algumas considerações:

- A inclinação 1:1 só foi possível nos testes com brita G. Neste experimento, o talude sofreu grandes deformações sob a ação das três ondas estudadas;
- Nos testes com brita P o talude não sofreu deformações significativas;
- O talude feito com areia não apresentou estabilidade em nenhum dos testes realizados, indicando que a brita P esteja próxima de um limite mínimo a ser empregado contra este tipo de solicitação;

Esse estudo não levou em consideração alguns aspectos reais do escoamento a jusante de bacias, como a correnteza e a sua distribuição espacial.

>>CONTINUIDADE DA PESQUISA<<

Está previsto para as etapas seguintes do trabalho a análise dos efeitos das ondas características identificadas quando agindo sobre taludes de material com granulometrias e declividades diferentes das realizadas até agora. Desta vez, os testes serão realizados também em um modelo tridimensional.

>>AGRADECIMENTOS<<

Os autores agradecem a Dona Francisca Energética S. A. pelo apoio financeiro na infraestrutura e bolsas de iniciação científica e de pós-graduação, ao NECOD pela disponibilização de equipamentos, ao CNPq pelo financiamento de bolsa de iniciação científica e aos funcionários do Laboratório de Obras Hidráulicas pelo apoio técnico.