

ANÁLISE DAS PARTICULARIDADES DAS ONDAS FORMADAS A JUSANTE DE DISSIPADOR DE ENERGIA POR RESSALTO HIDRÁULICO LIVRE

Data de aceite: 01/07/2024

Diego Damasceno Gonçalves Rezende

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ana Paula Gomes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO: Os vertedouros, possuem como finalidade descarregar o excedente de água, ou seja, a parcela de água não utilizada na geração de energia, para jusante de uma barragem. Este excedente de água descarregado pelos vertedouros gera uma grande zona de alta turbulência tanto no pé como, também, na estrutura da barragem, podendo desta forma provocar danos locais e até mesmo a jusante da estrutura hidráulica. Por este motivo, são comumente criadas bacias de dissipação de energia por ressalto hidráulico a jusante das barragens. Essas bacias de dissipação têm como propósito absorver parte da energia cinética gerada pela passagem da água no vertedouro. Nesse sentido, PORTO, 2004, explica que “[...]O ressalto hidráulico ou salto hidráulico é o fenômeno que ocorre na transição de um escoamento torrencial ou supercrítico para um escoamento fluvial

ou subcrítico[...]”, fazendo assim com que haja uma desaceleração da velocidade da água, alterando a energia cinética em energia potencial. De acordo com Gomes 2018, o ressalto hidráulico, sendo ele livre ou submerso formado a jusante de barragens, acaba gerando ondas. Essas ondas podem se propagar para jusante da barragem e provocar erosão das margens dos rios, devido ao embate das mesmas sobre a margens. Como exemplo, podemos falar de processos erosivos em margens do rio Jacuí próximo a Usina Hidrelétrica (UHE) de Dona Francisca, situada no município de Palma/RS, e nas margens do rio Madeira próximo a Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, situada em Porto Velho/ RO.

PALAVRAS-CHAVE: Bacias de dissipação, Vertedouros, Ressalto Hidráulico

METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados um modelo físico reduzido que representa um modelo parcial de um vertedouro em degraus com 2,45 m de altura, 0,40 m de largura e um canal a jusante com 5 m de comprimento. Ao longo do canal foram implementadas três sondas do tipo

capacitiva, para a realização das medições de elevação da superfície livre da água, sondas essa, posicionadas perpendicularmente ao sentido de propagação das ondas.

No trabalho realizado por Gomes em 2018, foram simuladas vazões no modelo que variaram de 40l/s a 80l/s. A medição da elevação da superfície livre da água foi realizada em uma posição ao final do ressalto hidráulico livre. A determinação do local de posição da sonda foi de acordo com comprimento do ressalto hidráulico, obtida pela Equação 1, conforme MARQUES et al., 1997, apud. CONTERATO, 2014, por ser a mais conservadora, no âmbito de levar ao maior comprimento do ressalto. Por esse motivo a Equação 1 foi escolhida para definir o lugar de medição.

$$L_j = 8,5 \cdot (y_2 - y_1). \quad (1)$$

Onde: L_j é o comprimento do ressalto hidráulico, y_2 altura denominada lenta e y_1 altura denominada rápida.

Para a realização da análise do registro de ondas no domínio do tempo, foi utilizado o software desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), de Portugal, denominado SAM (Simulação da Agitação Marítima). O método de análise no domínio do tempo é sensível à definição do critério de contagem de ondas e os resultados podem divergir significativamente em função dos critérios adotados. A contagem de ondas através da aplicação SAM, mais especificadamente no módulo de análise MOD 6, consiste em identificar as passagens consecutivas do nível de água pelo nível médio no sentido escolhido, ascendente ou descendente. Para este trabalho foi adotado o critério ascendente de 4 pontos, sendo os parâmetros de período significativo (T_s) e período média ($T_{méd}$), altura significativa (H_s), altura média ($H_{méd}$) das ondas obtidos através do mesmo.

RESULTADOS

Nas figuras 1(a) e (b) são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro de período significativo e médio das ondas para vazões que variaram de 40 l/s a 80 l/s.

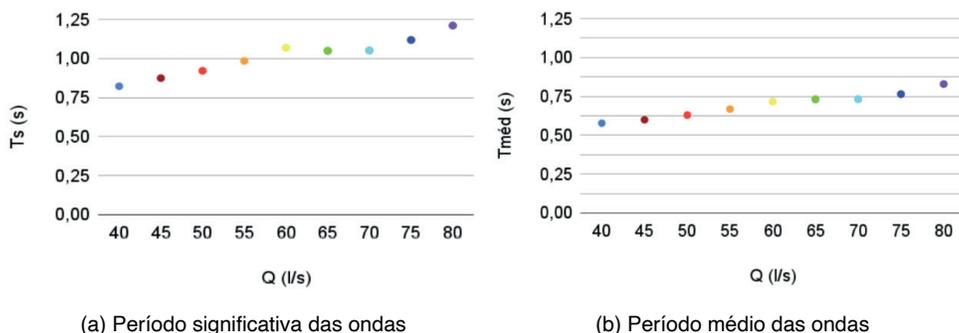


Figura 1 – Períodos das ondas geradas por ressalto hidráulico livre

Nas figuras 2(a) e (b) são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro de altura significativa e média das ondas para vazões que variaram de 40 l/s a 80 l/s.

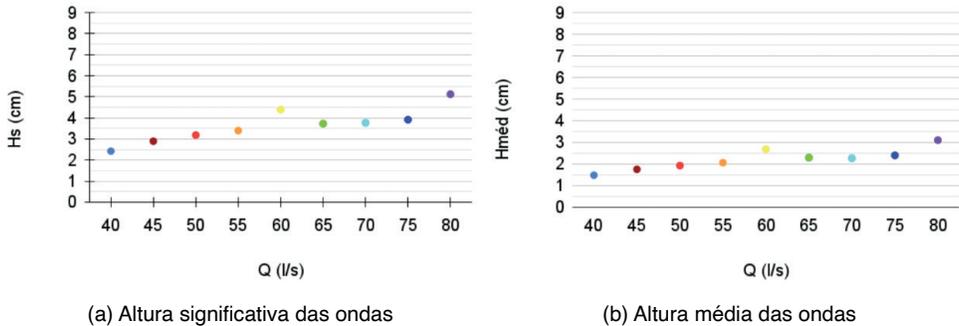


Figura 2 – Altura das ondas geradas por ressalto hidráulico livre

Analisando os resultados gerados através dos gráficos (Figuras 1(a) e (b)) para período significativo e médio das ondas, (Figura 2(a) e (b)) para altura significativa e média observa-se que ambos aumentam conforme ocorre um acréscimo de vazão. Além disso, observa-se, também, que o período e altura de onda significativa é maior que o período e altura médio das ondas. Este fato pode ser entendido pelo fato de todas as ondas do registro terem sido consideradas para o cálculo de Tmed e Hmed em contraposição à consideração de apenas um terço dos maiores períodos de ondas, no cálculo de Ts e Hs.

CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros característicos das ondas, período e altura significativo e médio, resultante para a condição de ressalto hidráulico livre, demonstrou uma relação com o parâmetro de vazão escoada no modelo. O trabalho ainda se encontra em andamento, posteriormente será realizada uma relação dos períodos característicos das ondas com as alturas significativa e média das ondas. Tais características são fundamentais para o dimensionamento de obras para a proteção de margens. No entanto, o conhecimento de tais características das ondas geradas por dissipadores de energia por ressalto hidráulico livre são escassas.

REFERÊNCIAS

GOMES, A. P. (2018). “Efeito de ondas em margens a jusante de dissipadores de energia por ressalto hidráulico”. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS/IPH.

CONTERATO, E. “Determinação de Critérios de Dimensionamento de Soleira Terminal em Bacia de Dissipação a Jusante de Vertedouro em Degraus”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

PORTO, R.M. Hidráulica Básica. 3. ed. São Carlos: EESC-SP, 2004.

HUGHES, S.A. “Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering”. Advanced Series on Ocean Engineering. EUA. Vol. 7. 2005.

HAGER, W.H. “Energy Dissipators and Hydraulic Jump”. Water Science and Technology Library. Published by Kluwer Academic Publishers. 1992.