

PRESSÕES ATUANTES EM BACIA DE DISSIPAÇÃO COM SOLEIRA TERMINAL

Eliane Conterato, Carolina Kuhn Novakoski, Maurício Dai Prá, Luiz Augusto Magalhães Endres, Daniela Guzzon Sanagiotto, Guilherme Santana Castiglio, Aline Saupe Abreu, Rute Ferla e Marcelo Giulian Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: conterato.eliane@gmail.com, carolkn04@gmail.com, mdaipra@gmail.com, endres@ufrgs.br, dsanagiotto@ufrgs.br, guilhermecastiglio@gmail.com, alsaupe@gmail.com, rufeferla@hotmail.com, mmarques@iph.ufrgs.br

Resumo

A inserção de soleira terminal influencia na distribuição de pressões e velocidades na bacia de dissipação e a jusante da mesma, podendo essa influência ser positiva se a soleira estiver corretamente posicionada. Na bibliografia existente é abordada de forma escassa metodologias para dimensionamento de soleiras, principalmente considerando a distribuição de pressões. Este artigo apresenta os dados de pressões médias e flutuações de pressões para bacias com soleiras terminais triangulares, de diferentes alturas, posicionadas em um mesmo ponto. São abordados aspectos relevantes para o entendimento da influência desse tipo de estrutura no escoamento.

Introdução

Bacias de dissipação são estruturas utilizadas com frequência a jusante de vertedouros para controlar e dissipar a energia, protegendo assim o leito do rio e o próprio vertedouro. Existem diferentes configurações de bacias incluindo elementos. Conforme Elevatorski (1959), pode-se citar os blocos de calha (chute blocks), blocos dispersores na bacia (baffle piers) e soleiras terminais na bacia (end sills). Esses elementos são geralmente instalados para melhorar o desempenho da bacia de dissipação e, assim, otimizar os custos, já que, com uma maior eficiência, a tendência é diminuir o comprimento da estrutura. A figura abaixo mostra um exemplo de soleira, com blocos dispersores e blocos de calha, que são alguns dos elementos utilizados.

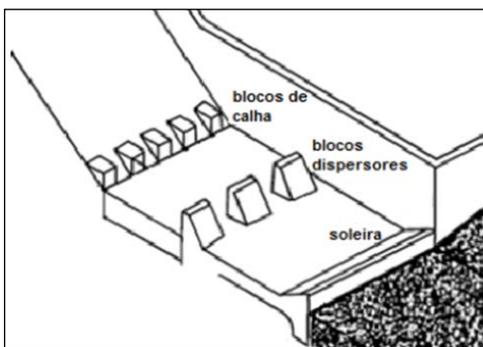


Figura 1.- Exemplo de elementos em bacia de dissipação (adaptado de Peterka, 1957).

Sabe-se que em obras de médio e grande porte a soleira deve ser posicionada na extremidade de jusante da bacia de dissipação (blocos no encontro da calha com a bacia ou no interior da bacia, em função do escoamento, podem causar problemas de erosão e/ou cavitação na laje de fundo da estrutura). Sua utilização pode gerar reduções significativas do comprimento da bacia em relação à bacia livre (sem elementos). Conforme Alikani et al. (2010), o uso de soleiras retangulares pode reduzir o comprimento da bacia em até 30%.

Os vertedouros em degraus são utilizados com objetivo de melhorar a eficiência na dissipação de energia, reduzindo os esforços na bacia a jusante. A utilização do conjunto vertedouro em degraus e bacia com elementos pode equilibrar de forma vantajosa a distribuição de pressões e suas variações ao longo

da estrutura, tornando-se uma eficiente estrutura de dissipação, além de poder, em muitos casos, diminuir o comprimento da bacia e elevar sua cota de fundo.

Materiais e métodos

O presente estudo foi desenvolvido em modelo experimental existente no Laboratório de Obras Hidráulicas (LOH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A estrutura consiste em uma calha em degraus com bacia de dissipação a jusante onde podem ser instaladas soleiras em diferentes posições. O fundo da bacia foi instrumentado com transdutores de pressão instalados no seu eixo central. A figura 2 mostra uma imagem do modelo utilizado.

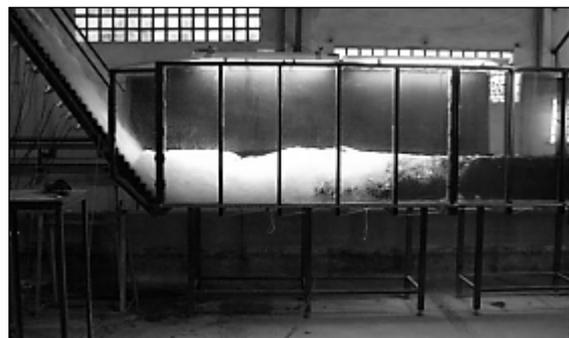


Figura 2.- imagem do modelo utilizado nos ensaios.

O modelo possui as seguintes características: 2,45m de altura da calha; declividade da calha = 1(V):0,75(H); calha com 33 degraus com 0,06 m de altura cada; 5 m de comprimento do canal de jusante; 0,4 m de largura do canal.

Na bacia de dissipação foram instaladas soleiras terminais triangulares com 45° de declividade e com 4 diferentes alturas: 24, 18, 12 e 10 cm. O esquema da Figura 3 mostra a declividade e a altura da soleira.

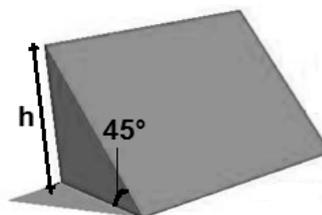


Figura 3.- Desenho do modelo de soleira utilizado (adaptado de Conterato, 2014).

As soleiras foram posicionadas em três locais diferentes na bacia de dissipação. As posições foram de 1H, 2/3H e 1/2H, sendo H a altura da calha. Considerando as 4 alturas e as 3 posições, foram ensaiadas 12 diferentes configurações de bacia de dissipação. Neste artigo serão abordados resultados obtidos para uma posição apenas, de 2/3H. As vazões ensaiadas variaram de 0,04 a 0,11 m³/s. As medições foram realizadas com controle do nível de jusante, os seja, em cada ensaio foi ajustado o nível para corresponder à altura lenta na bacia livre (sem soleira), com o início do ressalto próximo ao encontro da calha em degraus com a bacia de dissipação.

Resultados

A figura 4 mostra o comportamento do escoamento para a vazão de 80 l/s, para soleiras de diferentes alturas na posição 2/3H. Na figura 4 é possível visualizar que soleiras de todas as alturas testadas influenciam o escoamento tanto na bacia (a montante da soleira), quanto no leito (a jusante da soleira). Na bacia é possível visualizar um afogamento, já que o nível de jusante foi ajustado para coincidir com a altura lenta do ressalto livre.

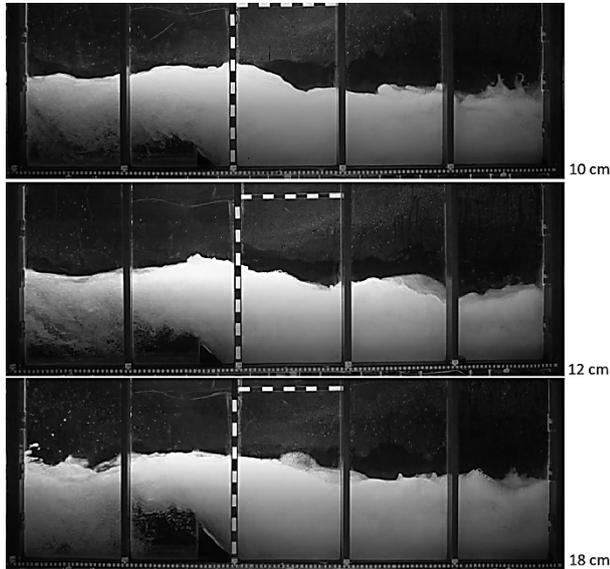


Figura 4.- Soleiras de 10 cm, 12 cm e 18 cm na posição 2/3H. Vazão de 80l/s.

As pressões médias e os valores de desvio padrão, assim como as posições, foram adimensionalizados conforme Marques et al. (1997), pelas equações abaixo.

$$y_p = \frac{(P - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} \cdot \frac{1}{S} \quad [1]$$

Onde:

y_p = pressão adimensionalizada; P = pressão média (m.c.a); Y_1 = Altura conjugada rápida no início do ressalto, para $S=1,0$ (m); Y_2 = altura conjugada lenta no final do ressalto, para $S = 1,0$ (m); S = submergência.

$$\sigma_p = \left(\frac{\sigma}{\Delta H} \right) \cdot \left(\frac{Y_2}{Y_1} \right) \quad [2]$$

σ = desvio padrão da amostra de pressões em um determinado ponto na bacia de dissipação (m); σ_p = resultado adimensionalizado das amostras de desvio padrão; ΔH = perda de carga no ressalto (m).

$$x_p = \frac{x}{(Y_2 - Y_1)} \quad [3]$$

x_p = distância adimensionalizada; x = distância a partir do pé do vertedouro (início do ressalto) (m).

Na figura 5 podemos verificar o comportamento dos valores de pressões médias adimensionalizados para uma vazão de 80 l/s e soleiras de diferentes tamanhos na posição 2/3H. Os resultados foram comparados com o comportamento de pressões médias em bacia livre (sem soleira). A figura 6 mostra o comportamento das flutuações de pressões para a mesma condição da figura 5.

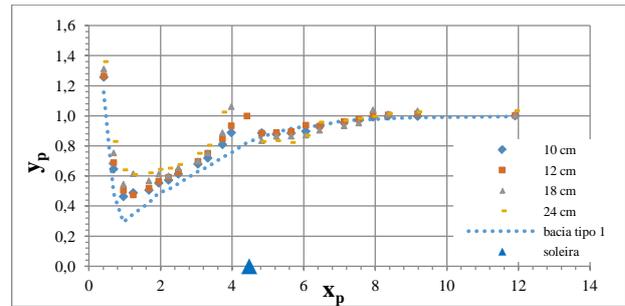


Figura 5.- Comparação dos dados de pressões médias em bacias com 4 diferentes alturas na posição 2/3H e bacia livre.

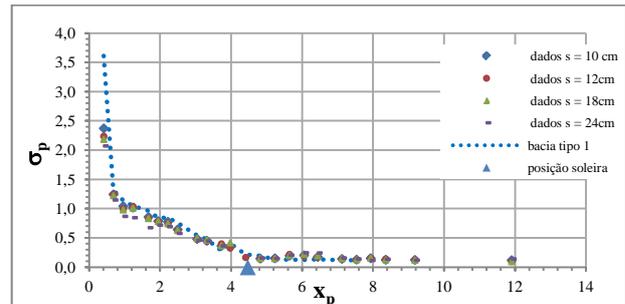


Figura 6.- Comparação dos dados de flutuações de pressões em bacias com 4 diferentes alturas na posição 2/3H e bacia livre.

Pelos gráficos das figuras 5 e 6 percebe-se que as soleiras de maior altura exercem maior influência no escoamento. Em relação à montante (no interior da bacia), todas as configurações apresentaram valores maiores de pressões em relação à bacia livre, em especial próximo ao elemento. As flutuações, por sua vez, apresentaram valores menores em bacias com soleiras, possivelmente devido ao afogamento artificial causado pela inserção da mesma.

A jusante da estrutura, bacias com soleiras apresentam valores de pressões menores em relação à bacia livre. Esse fenômeno deve ocorrer devido à zona de recirculação formada sob o fluxo do jato que a soleira lança. Observa-se também a jusante um leve aumento das flutuações.

Conclusão

A inserção de soleiras terminais causa um afogamento artificial na bacia. Com isso se observa um aumento nas pressões médias em relação à bacia livre, esse aumento é mais significativo quanto maior for a altura da soleira. As flutuações de pressões diminuem em bacias com soleira, possivelmente devido ao amortecimento causado pelo colchão d'água. Já a jusante da bacia os valores de flutuações apresentam picos, possivelmente causados pelo lançamento e impacto do escoamento.

Referências bibliográficas

- Alikhani, A.; R. Behrozi-rad; M. Fathi-moghadam.(2010) "Hydraulic jump in stiling basin with vertical end sill". *International Journal Physical Sciences*. v. 5, January, 2010, p.25-29.
- Conterato, E. *Determinação das características geométricas da soleira terminal em bacias de dissipação a jusante de vertedouro em degraus*. (2014). Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Elevatorski, A. E. (1959) *Hydraulic Energy Dissipators*. McGraw-Hill: New York.
- Peterka, A. J. (1957). *Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators*. Washington: U. S. Govt. Print. Off.