

MEDIÇÃO DE VAZÃO EM CANAL DIDÁTICO A PARTIR DE VERTEDOR DE SOLEIRA ESPESSA E DELGADA.

GUSTAVO WILLY NAGEL¹; JOANA SOUZA DE GUSMÃO²; JOÃO PEDRO DE MORAIS DA SILVEIRA³; BRUNA MOREIRA SELL⁴; MAURÍCIO DAI PRÁ⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – gustavoonagel@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – joana.de.gusmao@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – jpdrrslvr@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – brunamoreirasell@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – mdaipra@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a gestão dos recursos hídricos nos obriga a criar mecanismos cada vez mais eficientes e de fácil utilização para a determinação de vazão de rios ou canais artificiais. A aplicação de vertedores de soleira espessa e soleira delgada para este fim se mostram como uma importante ferramenta para a análise e prevenção de períodos de seca ou de regimes de cheias, canais de irrigação, de drenagem urbana ou reservatórios (Reinhart & Pierce, 1964).

Vertedores de soleira espessa consistem em uma elevação do fundo do canal, de altura P , largura b e comprimento e , suficientes para possibilitar o aumento da coluna d'água à montante. Vertedores de soleira delgada são estruturas constituídas de uma placa fina, com soleira horizontal e biselada, ocupando toda a largura do canal. Para o cálculo da vazão utilizam-se os valores da largura do canal b , da altura da coluna d'água acima do vertedor (carga hidráulica), e do valor do C_d (coeficiente de descarga), que são determinados a partir de características do vertedor e do escoamento (PORTO, 2006).

Outro dispositivo utilizado neste trabalho para medição de vazão foi um Tubo Diafragma que consiste em um orifício de diâmetro menor ao da tubulação por onde o fluido escoar, formando duas câmaras onde há tomadas de pressão ligadas a um manômetro de mercúrio para medir a diferença de pressão e através dela, determinar analiticamente a vazão. (RELATÓRIO 1)

O presente trabalho tem por objetivo comparar os valores de vazão analisados a partir do Tubo Diafragma com os métodos de Vertedores tipo Soleira Espessa e Delgada. Outro propósito é comparar os valores de C_d bibliográfico utilizados para a determinação de vazão com o C_d real estimado a partir dos valores de vazão do Tubo Diafragma. Os novos Coeficientes de Descarga serão posteriormente utilizados no laboratório de Hidráulica e Hidroenergia, quando tais vertedores forem solicitados para fins didáticos e de pesquisa científica.

2. METODOLOGIA

A investigação experimental deste trabalho foi desenvolvida no Laboratório de Hidráulica e Hidroenergia do curso de Engenharia Hídrica da UFPel. O experimento foi realizado utilizando um canal didático, constituído de bomba, medidor de vazão do tipo diafragma e um canal aberto. No interior do canal foram instalados os vertedores, de Soleira Espessa ou Soleira Delgada, sujeito a um escoamento permanente proporcionado pela bomba, conforme as figuras 1 e 2.



Figura (1) e (2): Canal Didático com fluxo sobre o Vertedor de Soleira Delgada na imagem à esquerda e de Soleira Espessa na imagem à direita.

Os resultados da altura da coluna d'água (carga hidráulica) foram medidos a 1,5 metros a montante do vertedor e os dados de vazão indicados pelo tubo diafragma foram medidos no manômetro de mercúrio

Os cálculos de vazão utilizados foram:

$$Q = Cd \cdot b \cdot \sqrt{g} \cdot H^{3/2} \cdot \delta_{h2o} \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q = 0,5042 \cdot \Delta P^{3/2} \cdot \delta_{h2o} \quad \text{Equação (2)}$$

$$Q = Cd \cdot 1,704 \cdot b \cdot H^{3/2} \cdot \delta_{h2o} \quad \text{Equação (3)}$$

A equação 1, (WHITE, 2010), foi utilizada para o Vertedor de Soleira Delgada, a equação 3, (PORTO, 2006), para o Vertedor de Soleira Espessa e a equação 2, retirada do manual do Canal Didático, para o Tubo Diafragma. A variável b é a largura do canal ($b=0,1\text{m}$ neste estudo), Cd é o Coeficiente de Descarga, g é a aceleração da gravidade, H é a carga hidráulica sobre os vertedores e δ_{h2o} é a massa específica da água ($\delta_{h2o} = 1000 \text{ Kg/m}^3$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao serem comparados os valores de vazão do Vertedor de Soleira Espessa e Soleira Delgada com os dados obtidos a partir do método do diafragma pode-se observar que há divergência entre os valores. A figura de comparação dos resultados está em função dos dois métodos de determinação de vazão e a linha na cor preta representada na figura mostra o que aconteceria se as vazões fossem equivalentes.

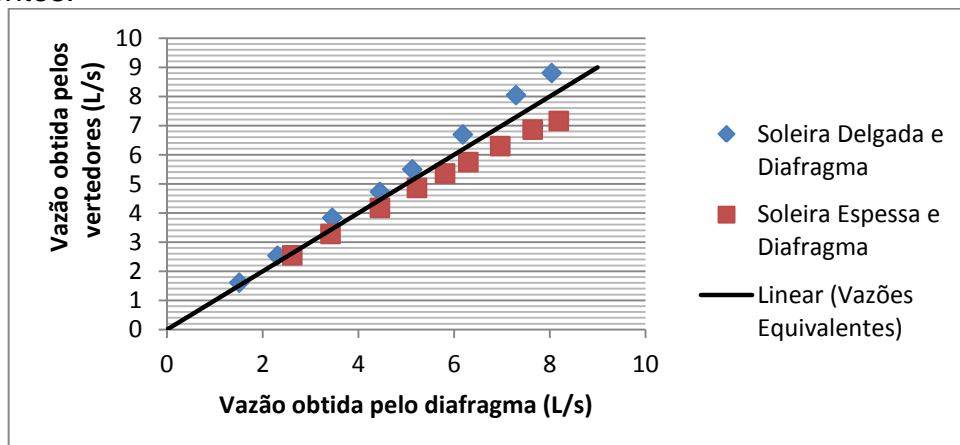


Figura (3): Comparação entre vazões do Vertedor de Soleira Delgada e Espessa com o Diafragma.

A figura 4 apresenta os valores do coeficiente de vazão determinados experimentalmente (Cd real) comparados com os resultados bibliográficos (Cd bibliográfico) para a situação do vertedor de soleira delgada.

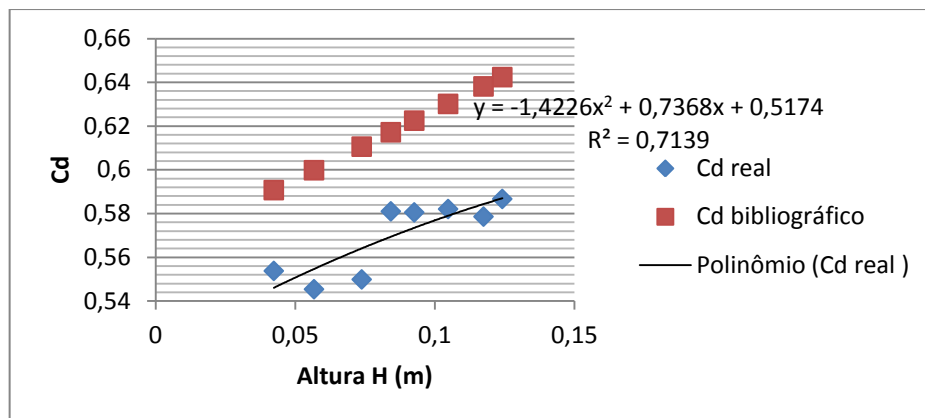


Figura (4): Valores de Cd real e bibliográfico do Vertedor de Soleira Delgada em função da altura H.

A análise da figura 4 indica que os valores observados diferem daqueles indicados na bibliografia, apresentando valores inferiores aos recomendados. Pode-se observar uma descontinuidade nos valores do Cd real, que fica mais evidente a partir do quarto dado, com $H=0,0842\text{m}$. Isso ocorre, possivelmente, devido à perda de aeração por baixo da lamina produzida pelo vertedor, condição essencial para a correta análise da carga hidráulica sobre o vertedor e influência no cálculo do Cd. A nova para a determinação real do Cd foi encontrada a partir da regressão polinomial (equação 4).

$$Cd = -1,4226H^2 + 0,7368H + 0,5174 \quad \text{Equação (4)}$$

A figura 5 apresenta os valores do coeficiente de vazão determinados experimentalmente (Cd real) comparados com os resultados bibliográficos (Cd bibliográfico) para a situação do vertedor de soleira espessa. .

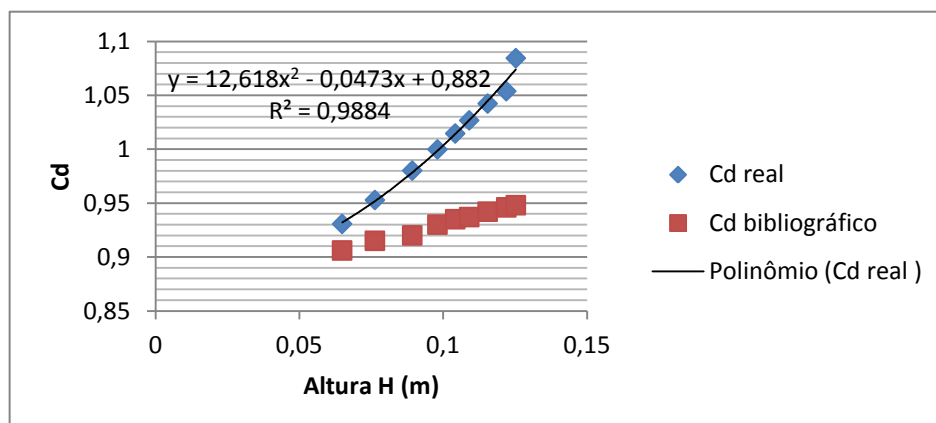


Figura (5): Valores de Cd real e bibliográfico do Vertedor de Soleira Espessa em função da altura H.

Pela análise da figura 5 podemos observar que há divergência entre os dados adquiridos do Cd bibliográfico

e Cd real, ainda que ambos apresentem comportamento crescente. Os dados calculados do Cd real, através de uma regressão polinomial de segunda ordem, geraram uma função do Cd em função da carga hidráulica.

$$Cd = 12,618H^2 - 0,0473H + 0,882 \text{ Equação (6)}$$

4. CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu que se verificassem as divergências dos valores calculados de vazão a partir dos Vertedores de Soleira Espessa e Delgada e os valores de vazão calculados pelo diafragma. Isso mostra, principalmente, que os valores de Cd bibliográfico, utilizados para os cálculos de vazão a partir dos vertedores não se aplicam de forma precisa para o canal didático e para os vertedores utilizados. Isso se deve, especialmente, ao fato de que os valores bibliográficos foram determinados para canais maiores, aumentando muito o erro em canais didáticos.

O presente trabalho apresentou equações para os valores de Cd a partir da carga hidráulica dos vertedores, funções que ficarão expostas no laboratório para o correto cálculo de vazão nos vertedores estudados, quando esses forem solicitados.

Objetiva-se a continuação dos estudos nessa área incluindo mais tipos de métodos de determinação de vazão e avaliação de outras declividades do canal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4a ed. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2006. Cap 12.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos Fluidos**. 6a ed. São Paulo: Arysinha, 2010. Cap 10.

PIERCE, Robert S.; REINHART, Kenneth G. **Stream-gaging stations for research on small watersheds**. In: Agricultura Handbook. n 268. Northeastern Forest Experimental Station, Forest Service, U.S. Department of Agricultura, 1964.