

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO EM DIFERENTES TIPOS DE VERTEDORES

Ana Leticia Uchôa de Almeida¹

Raissa Monise Balbino Angelo²

Suzane Chaves Dantas³

Djair Félix da Silva⁴

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Os vertedores são instrumentos hidráulicos onde um líquido escoar e tem por finalidade medir e/ou controlar vazão em um escoamento de canais. Os vertedores podem ser classificados quanto à forma (simples ou compostos), pela espessura da soleira (delgada ou espessa), pela presença ou não de contrações laterais, e livres ou afogados. Vertedores são bastante utilizados em sistemas de irrigação, estações de tratamento de água e esgoto, barragens, controle/medição de vazão em pequenos cursos d'água, assim como no controle do escoamento em condutos livres. Nesse artigo tivemos como objetivo determinar vazões em diferentes tipos de vertedores retangulares, de parede espessa, parede delgada e tipo comporta. Para a realização desse experimento utilizamos a bancada de simulação, composta por uma moto-bomba que liga um reservatório de água a um canal aberto com paredes em acrílico transparente possibilitando a instalação de diferentes vertedores, existente no laboratório de Hidráulica e Fenômenos de Transporte do Centro Universitário Tiradentes – Unit/Maceió/AL. Para o experimento foram necessárias cinco repetições em cada tipo de vertedor totalizando quinze alturas, os vertedores de parede espessa e delgada foram os que menos variaram suas alturas, sendo o do tipo comporta o que mais se distanciou chegando a aproximadamente 1,1 cm de diferença. Ao compararmos os resultados das vazões obtidos através de cálculos manuais e confirmados com softwares, pudemos observar que existe diferença significativa entre eles, ocorrendo em virtude da diferença de altura; as vazões que mais se aproximaram foram as dos vertedores de parede delgada e o tipo comporta.

PALAVRAS-CHAVE

Medir. Comparar. Escoamento. Volume. Tempo.

ABSTRACT

The spillways are hydraulic instruments where a liquid flows and is intended to measure and/or control flow in a flow channel. The spillways can be classified according to form (simple or compound), the thickness of the sill (thin or thick), the presence or absence of side contractions and free or drowned. Spillways are quite used in irrigation systems, water treatment plants and sewage, dams, control/flow measurement in small streams, as well as control the flow in open channels. In this article we aimed to determine flow rates in different types of rectangular weirs, thick-walled, thin-walled and type behaves. To perform this experiment we use the simulation bench, composed of a motor pump that connects a water reservoir to an open channel with walls in transparent acrylic allowing the installation of different spillways, existing in the Hydraulics Laboratory and Center of Transport Phenomena university Tiradentes - Unit / Maceió / AL. For the experiment were required five repetitions on each type of spillway totaling fifteen times, the thick and thin wall spillways were the least varied their heights, being the type behaves the more distanced reaching approximately 1.1 cm difference. When comparing the results of flow rates obtained by manual calculations and confirmed with software, we observed that there is a significant difference between them, occurring due to the difference in height; the flow rates that were closer were the thin wall of spillways and type behaves.

KEYWORDS

Measure. Compare. Flow. Volume. Time.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos recursos hídricos na região de uma bacia hidrográfica tem como principal objetivo garantir o uso e a destinação correta da água em quantidade e qualidade. Para que isso ocorra de forma efetiva é necessário o conhecimento das condições de fluxo e escoamento, como por exemplo, a determinação da vazão.

A obtenção da vazão consiste em uma etapa fundamental nesse processo de caracterização das condições hidrológicas e na avaliação da disponibilidade hídrica de uma bacia, existindo várias técnicas para obtê-la (CUSTODIO; LLAMAS, 1976; RANTZ, 1982; ABNT, 1995; PORTO, 2001). No entanto, quanto maior a acurácia da técnica, proporcionalmente mais dispendiosa e maior será a necessidade dos recursos técnicos.

Dessa forma, métodos mais simples, rápidos e menos onerosos que forneçam dados aplicáveis e confiáveis são uma excelente alternativa para estudos de hidrometria aplicados em uma bacia hidrográfica (COSTA ET AL., 2007).

Hidrometria são os métodos utilizados para medir a velocidade e vazão da água em estudos de hidráulica e hidrologia. Um dos métodos utilizados e aplicados em estudo de bacias hidrográficas são os vertedores (AZEVEDO NETTO, 2008).

Vertedores são dispositivos utilizados para medir e/ou controlar a vazão em escoamento por um canal. Segundo Azevedo Netto (2008) diques ou aberturas sobre as quais um líquido escoar podem ser definidos como simples paredes, são amplamente utilizados na medição de vazão em pequenos cursos d'água, assim como no controle e escoamento de galerias e canais, sendo úteis em sistemas de irrigação, estação de tratamento de água e esgoto barragens etc.

Ainda de acordo com mesmo autor, os vertedores apresentam as seguintes terminologias: Crista ou soleira (L): Borda horizontal por onde escoar a lâmina d'água; Face: São as bordas verticais; Carga hidráulica (H): Altura da lâmina de água que passa sobre a soleira, e são classificados quanto à forma, a altura da soleira, espessura da parede e quanto a largura.

Quanto à forma: simples (Retangulares, trapezoidais, triangulares etc.;) ou compostos (seções combinadas). Quanto à altura das soleiras: livres ou completos – nível de água a jusante inferior a crista $P > P''$ e incompletos ou afogados- nível de água a jusante acima da crista $P < P''$. Quanto a espessura da parede: parede delgada e parede espessa, (e $> 0,66H$). Quanto a largura: com contração lateral- compr. Soleira $<$ largura do canal e sem contração lateral- compr. Soleira $>$ largura do canal (AZEVEDO NETTO, 2008).

Um vertedor é considerado de parede espessa, quando a soleira é suficientemente espessa para que na veia aderente se estabeleça o paralelismo dos filetes. São considerados vertedores de parede delgada aqueles em que sua largura é igual à largura do canal. E os vertedores retangulares do tipo comporta, de acordo a NBR 7259, são dispositivos mecânicos usados para controlar vazões hidráulicas em qualquer conduto livre ou forçado e de cuja estrutura o conduto é independente para sua continuidade física e operacional. Já segundo Martins (2011), comporta hidráulica é um elemento do sistema de controle artificial de vazão de água de rios e bacias, para fins de geração de energia elétrica, de agricultura, de lazer e para impedir inundações

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi comparar as vazões em vertedores de parede espessa, parede delgada e do tipo comporta por meio de um canal hidráulico para utilização posteriormente em um sistema de drenagem de uma microbacia hidrográfica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica e Fenômenos de Transporte do Centro Universitário Tiradentes (UNIT)/Maceió, localizado na Avenida Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Cruz das Almas, Maceió- AL. As vazões foram obtidas por meio dos vertedores de parede espessa, parede delgada e do tipo comporta (FIGURA 1A; 1B e 1C, respectivamente), escoando em uma bancada de simulação de canal aberto (Figura 2).

Figura 1 – Detalhe do canal livre escoando água através dos vertedores de parede espessa (A); Delgada (B) e Tipo comporta (C)

Figura 1A



Figura 1B

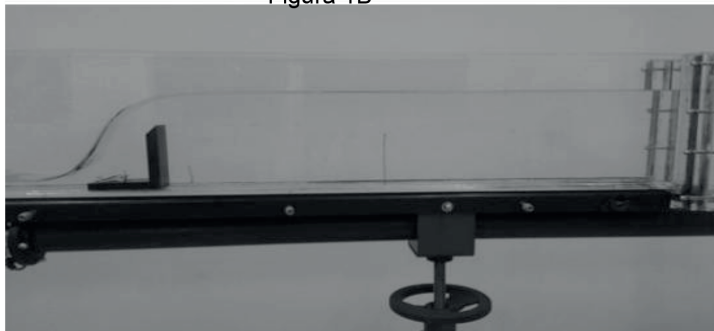
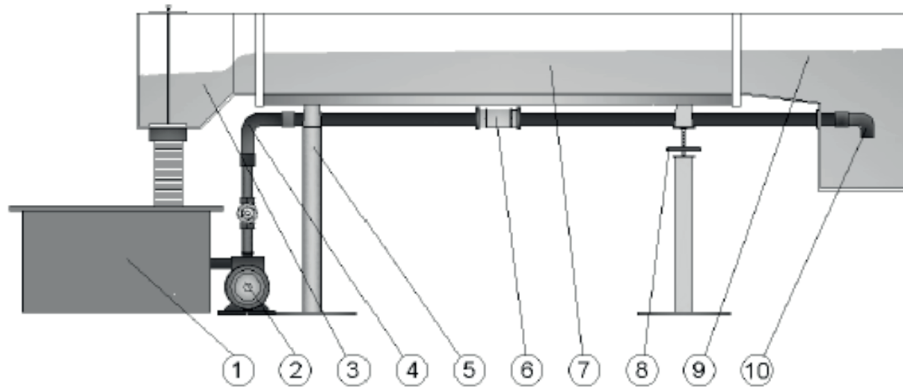


Figura 1C



Fonte: Manual da empresa Máxima Industrial Limitada

Figura 2 – Ilustração da Bancada de simulação de canais abertos



(1) Reservatório com capacidade de 100 L; (2) Sistema Moto-Bomba (potência da bomba 1cv); (3) Caixa de Adução com válvula de fundo; (4) Canalização e alimentação; (5) Suporte fixo; (6) Placa de orifício; (7) Canal de acrílico cristal com 3,5 m de comprimento e 10 cm de largura; (8) Suporte regulável para inclinação do canal; (9) Caixa de Abdução; (10) Alimentação do canal.

Fonte: Manual da empresa Máxima Industrial Limitada

O estudo foi constituído de três tratamentos (tipos dos vertedores), utilizando o delineamento em blocos inteiramente casualizados com 5 repetições, totalizando 15 parcelas. No canal hidráulico foi marcado o ponto central para instalação de todos os tipos de vertedores. Durante a realização do experimento o fluxo de água foi mantido constante (bomba em funcionamento e registro 100% aberto).

A coleta dos dados foi iniciada pelo vertedor de parede espessa, obtendo-se a altura da lamina de água, constituindo do espaço compreendido do fundo do canal até a superfície (h), conforme se verifica na Figura 3. A medida da altura foi realizada por meio de uma trena de aço de comprimento máximo de 1,5 m. as alturas foram convertidas para metros após a subtração da altura do vertedor que é de 4 cm (TABELA 1)

Para o cálculo da vazão em vertedores de parede espessa (FIGURA 1 A), utilizou-se a fórmula de Bélanger. Dada pela equação descrita abaixo.

$$Q = 0,385 \cdot L \cdot H \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Equação 1

Onde:

Q= vazão de escoamento do vertedor (m^3/s);

L= Comprimento da soleira = 0,098 m;

H = Altura da lamina d' água (m);

g= Aceleração gravitacional ($9,81m/s^2$).

A coleta dos dados de altura dos vertedores de parede delgada foi realizada de forma semelhante a dos vertedores de parede espessa, conforme se verifica na Figura 1B. Já para a obtenção da vazão utilizou-se a fórmula de Francis, conforme descrita abaixo.

$$Q = 1,838 \cdot L \cdot H^{2/3}$$

Equação 2

Onde:

Q= vazão de escoamento do vertedor (m³/s);

L= Comprimento da soleira = 0,098 m;

H = Altura da lamina d' água (m);

Para coleta dos dados de altura da lâmina de água do vertedor tipo comporta há uma pequena diferença comparada com os dois métodos citados acima. Esta se refere agora à utilização de duas alturas (H1 e H2), sendo a primeira compreendida entre o nível da lamina da água da superfície até ao início da abertura da comporta, enquanto o H2 é a medida do nível da lâmina até o fundo do reservatório, ou seja, é a profundidade em metro, conforme figura 1C.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os vertedores de parede espessa, as alturas totais apresentaram pequena diferença, ou seja, variaram de 12,7 a 12,9 cm, conforme se pode verificar na Tabela 1. As alturas da lâmina permaneceram entre 8,7 e 8,9 cm acima do vertedor e as vazões foram apresentaram média de 0,004363 m³/s, ou 4,363 l/s (TABELA 1).

Tabela 1 – Alturas e vazão para os vertedores de parede espessa

Altura total (cm)	Altura do vertedor (cm)	Altura da lâmina (cm)	Altura da lâmina (H) (m)	Vazão (m ³ /s)
12,7	4,0	8,7	0,087	0,004289
12,9	4,0	8,9	0,089	0,004437
12,9	4,0	8,9	0,089	0,004437
12,7	4,0	8,7	0,087	0,004289
12,8	4,0	8,8	0,088	0,004363
12,8	-	8,8	0,088	0,00436

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto os vertedores de parede delgada as alturas também apresentaram pequena variação, pois os valores estiveram compreendidos entre 22,6 à 23 cm, confor-

me observa-se na tabela 2. Com isso a variação da vazão também foi pequena indo desde 0,0194 até 0,0196 m³/s (TABELA 2).

Tabela 2 – Alturas e vazão para os vertedores de parede delgada

Altura da lâmina (cm)	Altura da lâmina (H) (m)	Vazão (m ³ /s)
22,8	0,228	0,0196
23,0	0,230	0,0199
22,8	0,228	0,0196
22,7	0,227	0,0195
22,6	0,226	0,0194
22,78	0,228	0,0196

Fonte: Dados da pesquisa.

Para os dados de altura, os vertedores tipo comporta apresentaram a maior variação, com diferença de 1,1 cm entre as alturas, conforme se verifica na Tabela 3. As vazões variaram de 0,01207 m³/s à 0,01232 m³/s (TABELA 3).

Tabela 3 – Altura e vazões do vertedor tipo comporta

Altura total (H2) (m)	Altura da comporta (H1) (m)	Vazão (m ³ /s)
0,285	0,245	0,01207
0,296	0,256	0,01232
0,285	0,245	0,01207
0,291	0,251	0,01221
0,291	0,251	0,01221
0,285	0,250	0,012

Fonte: Dados da pesquisa.

No geral, essas pequenas diferenças de alturas podem ter sido em virtude da variação do fluxo de água por meio do canal. Na literatura não foram encontrados trabalhos semelhantes que explicassem a diferença nas alturas da lâmina da água.

Quanto à comparação das vazões para os tipos de vertedores pode-se verificar a diferença significativa entre todos os métodos laboratoriais. No entanto, as vazões

entre os vertedores de parede delgada e o tipo comporta foram aqueles que mais se aproximaram, conforme podemos verificar na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Vazões para os diferentes tipos de vertedores

Parede delgada (m ³ /s)	Parede espessa (m ³ /s)	Tipo comporta (m ³ /s)
0,004289	0,0196	0,01207
0,004437	0,0199	0,01232
0,004437	0,0196	0,01207
0,004289	0,0195	0,01221
0,004363	0,0194	0,01221
0,004363	0,0196	0,01218

Fonte: Dados da pesquisa.

4 CONCLUSÃO

Os vertedores de parede espessa, delgada e tipo comporta apresentaram vazões diferentes.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J.M. **Manual de hidráulica**. 7.ed., v.1. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. p.89.

AZEVEDO NETTO, J.M. **Manual de hidráulica**. 8.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.699p.

LENCASTRE, A. **Manual de hidráulica geral**. São Paulo: Edgard Blücher; Universidade de São Paulo, 1972.

LISBOA, H.M. **Escoamento superficial. Apostila da disciplina de hidrologia e climatologia**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

NEVES, Eurico Trindade. **Curso de hidráulica**. 6.ed. Porto Alegre: Globo, 1979.

PIMENTEL-GOMES, F. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1991. 4p. (Circular técnica, 178).

STREETER, V.; **MEC. dos fluidos**. 7.ed. p.380.

Data do recebimento: 20 de junho de 2016

Data de avaliação: 27 de julho de 2016

Data de aceite: 13 de agosto de 2016

1. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL. E-mail: leticiauchoa17@hotmail.com

2. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL. E-mail: raissamonise@gmail.com

3. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL. E-mail: suzanecdantas@bb.com.br

4. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT-AL. E-mail: djair_felix@yahoo.com.br