



## VERTEDORES DE BASE LARGA: COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE VAZÃO EM RIOS

COSTA, L.E.C.<sup>1</sup>; DUARTE, J.M.<sup>1</sup>; MOTA, E.A.R.<sup>1</sup>; SANTOS.L.F.C.<sup>2</sup>; SANTOS, A.F.S.<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>Discente do curso superior em Engenharia Agrícola e Ambiental IFNMG - Campus Januária;

<sup>2</sup>Discente do curso superior em Engenharia Agrônômica; <sup>3</sup>Docente do IFNMG - Campus Januária.

### Introdução

Vertedores são estruturas hidráulicas que obstruem o fluxo da água e fazem com que ela se eleve ao passar por eles, causando uma aceleração de fluxo. Essa aceleração é o principal motivo por serem comumente utilizados para a medição de descarga (Vazão) em canais abertos (Houghtalen, 2013). Vertedouros podem ser classificados de acordo com a sua forma, altura da soleira, espessura da parede e sua largura total, todos esses fatores interferem na vazão da água que passa por eles e consequentemente na equação para estimá-la (Houghtalen, 2013).

A irrigação possibilita um substancial incremento de produção por hectare cultivado via agricultura irrigada (Rodriguez, 2012). A utilização dos recursos hídricos necessita cada vez mais ser realizada de forma sustentável e eficiente, principalmente para a região, visto que o Norte de Minas apresenta um déficit hídrico anual de 640mm ao longo de 10 meses (Sales, 2011).

Contudo com a publicação das novas portarias do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Semad) que através de novas normas suplementares visam a regularização dos recursos hídricos do estado de Minas Gerais, exigindo que produtores rurais se atentem ao limite máximo de captação desses recursos e regularizem sua outorga a fim de evitar possíveis multas (IGAM, 2013). Ainda no ano de 2023 a Semad aplicou multas durante a operação “Explota” que somam valores de R\$170 mil (G1, 2023).

O presente estudo objetiva comparar diferentes equações de estimativa da vazão em um vertedouro de base larga instalado na calha do rio Japoré, município de Manga-MG.

### Material e Métodos

Os dados foram coletados em 24/07/2023 no vertedor instalado em um trecho do rio Japoré situado nas coordenadas latitude 14° 45' 25" Sul, longitude 43° 56' 31" Oeste e altitude 462, no Município de Manga-MG. As medidas da largura da soleira, espessura da soleira e comprimento total do vertedor foram obtidas com o auxílio de uma trena de fibra de 50 m de comprimento, em escala milimétrica. As dimensões mensuradas no vertedouro foram: Altura da face lateral (H= 0,89 m), Comprimento da Soleira (L= 16,40 m) e Espessura da soleira (0,44 m). O vertedor é considerado de parede espessa, pois a soleira é suficientemente espessa para que na veia aderente da água se estabeleça o paralelismo dos filetes (Fernandez, 2013). A altura crítica da lâmina de água foi obtida com uma trena metálica de 3 m de comprimento e precisão milimétrica, e através desta foi obtida a altura da lâmina de água sob o vertedouro utilizando a equação (Hibbeler, 2016):

$$H = y * c * (3/2) \text{ (Equação 1)}$$

Em que: H= altura da lâmina de água; y= altura crítica da lâmina de água;

Após a obtenção dos dados foi possível estimar a vazão do rio que passa pelo Vertedouro. Para realizar essa estimativa foram utilizadas as seguintes equações:

*Equação proposta por Porto (2006)*



$$Q = C * 1,704 * L * H \text{ (Equação 2)}$$

Em que:  $Q$ =vazão estimada;  $C$  =Coeficiente para vertedores retangulares (interpolado);  $L$  =largura do trecho analisado; e  $H$ = altura da lâmina de água do trecho analisado

*Equação proposta por Lesbros (1870) (Parede espessa)*

$$Q = C * L * H^{\frac{3}{2}} \text{ (Equação 3);}$$

Em que:  $Q$ =vazão estimada;  $C$  = Coeficiente para vertedores retangulares (interpolado);  $L$  =largura do trecho analisado; e  $H$  = altura da lâmina de água do trecho analisado

*Equação proposta por Hibbeler (2016)*

$$Q = C * \sqrt{(9,81)} * \left(2 * \frac{H}{3}\right)^{\frac{3}{2}} \text{ (Equação 4);}$$

Em que:  $Q$  =vazão estimada;  $C$ = Coeficiente para vertedores retangulares (interpolado); e  $H$ =altura da lâmina de água do trecho analisado

*Equação de Azevedo Neto (2013)*

$$Q = C * L * H^{\frac{3}{2}} \text{ (Equação 5);}$$

Em que:  $Q$ =vazão estimada;  $C=1,71$ ;  $L$ =largura do trecho analisado; e  $H$ =altura da lâmina de água do trecho analisado

*Equação de Azevedo Neto, C adaptado (2013)*

$$Q = C * L * H^{\frac{3}{2}} \text{ (Equação 6);}$$

$Q$ =vazão estimada;  $C = \sqrt{(9,81 * (2/3)^3)}$  ;  $L$ =largura do trecho analisado; e  $H$ =altura da lâmina de água do trecho analisado.

## Resultados e Discussão

As vazões obtidas pelas diferentes equações estão apresentadas na Figura 1. Analisando os resultados foi possível identificar uma diferença de 409,49 m<sup>3</sup>/h entre a menor estimativa (Equação de Porto) e a maior estimativa (Equação Azevedo Neto), apresentando a primeira equação uma vazão 15,14% menor que a segunda. As equações cujos resultados estiveram mais próximos foram as propostas por Azevedo Neto e Azevedo Neto (C adaptado), com valores respectivamente de 2704,76 m<sup>3</sup>/h e 2696,68 m<sup>3</sup>/h apresentando uma diferença de apenas 8,07 m<sup>3</sup>/h, perfazendo uma diferença de 0,2987%. Na literatura é recorrente o uso da equação proposta por Lesbros (1870), que neste estudo apresentou uma vazão estimada de 2452,17 m<sup>3</sup>/h, sendo também a mediana entre os valores obtidos.

Para uma afirmação da equação que apresenta resultados que mais se aproximam da realidade é necessário mensurar a vazão com outro método confiável, podendo ser o método do Molinete ou o método do Perfilador de Correntes Marinhas (ADCP).

## Considerações finais

A utilização de diferentes equações de estimativa de vazão em vertedores pode levar a resultados com uma variação de até 15%, não sendo possível confirmar a equação com maior precisão.



Novos estudos devem ser desenvolvidos para comparar outros métodos confiáveis de determinação de vazão em rios com os resultados obtidos pelas equações de estimativa, ou até mesmo com a indicação de um coeficiente de descarga (C) corrigido para a situação analisada.

## Agradecimentos

Ao IFNMG campus Januária pelo apoio, em especial ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação e Climatologia e o Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos e Irrigação (GPRH) por todo o apoio durante a pesquisa.

## Referências

RODRIGUEZ, P. Manejo adequado da irrigação favorece a produtividade e a economia de água e energia.,2012.

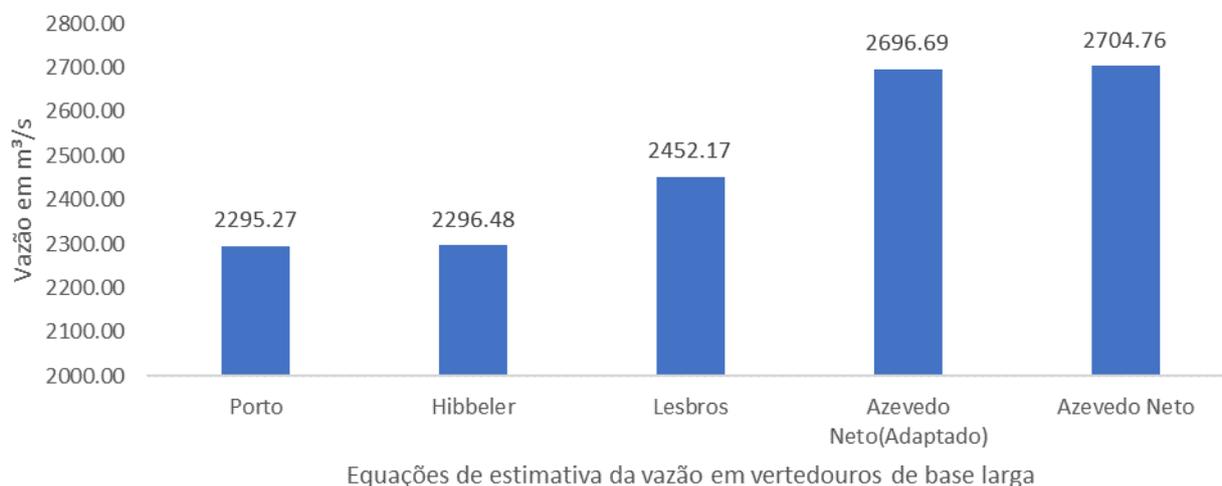
Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1463432/manejo-adequado-da-irrigacao-favorece-a-productividade-e-a-economia-de-agua-e-energia>. Acesso em: 19 ago. 2023

FERNANDEZ, Miguel Fernandez y. **Manual de Hidráulica Azevedo Netto**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. G1(GRANDE MINAS). **Estado aplica R\$ 170 mil multas em operação que fiscalizou uso de recursos hídricos na região Central de MG**,21 jul,2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/grande-minas/noticia/2023/07/21/estado-aplica-r-170-mil-multas-em-operacao-que-fiscalizou-uso-de-recursos-hidricos-na-regiao-central-de-mg.ghtml>. Acesso em: 19 ago. 2023.

HIBBELER, R.C. et al. **Mecânica dos fluidos**. São Paulo: Pearson Education, 2016.

HOUGHTALEN, R.J.et al. **Engenharia Hidráulica**. 4. ed. São Paulo: Norte-Americana, 2013.

SALES, G. B. *et al.* BALANÇO HÍDRICO METEOROLÓGICO DO RIO JAPORÉ NO MUNICÍPIO DE MANGA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011, Guarapari. **Anais [...]**. Guarapari: Sesc Centro de Turismo de Guarapari, 2011. p. 1-4.



**Figura 1:** Vazão em um vertedouro de base espessa calculada por equações de estimativa proposta por diferentes autores (Porto, 2006; Hibbeler, 2016; Lesbros, 1870; Azevedo Netto, 2013; e Azevedo Netto adaptado, 2013) .