



MEDIDOR DE VAZÃO ARTESANAL UTILIZANDO O EFEITO VENTURI

RAFAEL NETTO, S.¹; MENDES JÚNIOR, P.C.S.¹; LIMA, M.S.¹; ALMEIDA, M.V.M.¹;
MOTA, G.S.¹; SANTOS, A.F.S.²

¹Discente do curso superior em Engenharia Civil do IFNMG – *Campus* Januária; ²Docente IFNMG – *Campus* Januária;

Introdução

A importância de medir a vazão está relacionada com a influência exercida por essa grandeza em outras grandezas presentes no escoamento de um fluido, como pressão, temperatura e nível. Alguns fatores influenciam na escolha de um medidor de vazão, como quando há necessidade de uma maior precisão na medida; conhecimento do fluido medido e suas características; condições termodinâmicas; espaço apropriado para inserção do medidor e fator financeiro (Pereira, 2009).

De acordo com a fornecedora Emerson (2023) os medidores de vazão tipo turbina são projetados para maximizar o rendimento e minimizar a queda de pressão, manter alta vazão, minimizando a incerteza de medição. Os medidores de vazão magnéticos são ideais para aplicações de baixa pressão. O medidor doppler ultrassônico portátil fornece avaliações de velocidade de fluxos mais precisas em sistemas de tubulação fechada. Os rotômetros são utilizados onde existe a necessidade da medição e observação instantânea de pequenas e médias vazões. O Venturi mede a vazão por diferença de pressão devido a redução de sua seção, necessitando de informações como pressão, temperatura e massa específica (Delmée, 2003). Os materiais necessários para construção de um Venturi medidor de vazão podem ser encontrados facilmente no comércio a um preço acessível.

Assim, o objetivo com o presente trabalho é prototipar, ensaiar, realizar as devidas correções e validar o uso de um medidor venturi artesanal para determinação de vazão em tubulações pressurizadas de água fria.

Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido em uma bancada hidráulica instalada no laboratório de Hidráulica, Irrigação e Climatologia do IFNMG Campus Januária. Essa bancada é composta por 2 motobombas monobloco e monoestágio com potência de 3 cv cada, com possibilidade de configuração em série ou paralelo, buscando maior pressão, ou vazão respectivamente. A bancada é alimentada por um reservatório de 500 L e conta com um retorno de regulação, um circuito principal e um retorno do circuito principal. Com auxílio de um conjunto de registros de esfera e gaveta é possível regular uma ampla faixa de vazões e pressões nos tubos e conexões ensaiados no circuito principal. A bancada ainda conta com um piezômetro diferencial, que pode ser conectado em diversos pontos do circuito por meio de bicos de pneu tipo TR414, e a variação da pressão é mensurada pela diferença de altura entre as colunas de água, com auxílio de uma trena com precisão milimétrica.

Para a construção do protótipo foram utilizados dois pedaços de canos de PVC com diâmetro de 50 mm e comprimentos de 1 m e 2 m respectivamente; um pedaço de cano de PVC com 25 mm de diâmetro e comprimento de 20 cm, duas reduções de 50 mm para 32 mm em PVC, duas buchas de redução de 32 mm para 25 mm em PVC, uma conexão de engate rápido roscável (ERR) com macho e uma fêmea (ambas com 50 mm de diâmetro), e três bicos de pneu sem câmara modelo TR414. Todas as peças em PVC foram lixadas e soldadas com adesivo para PVC (Figura 1A e B). Os bicos de pneu foram instalados em orifícios abertos diretamente nos tubos com broca 12 mm.

Após a montagem do equipamento (Figura 1B), o mesmo foi conectado na bancada hidráulica



por meio das conexões ERR no circuito principal, onde foi submetido às velocidades de 0,41; 0,55, 0,62; 0,71 e 0,83 m/s. A velocidade foi aferida com um fluxômetro ultrassônico Dynasonics UFX (Figura 1C). Em cada velocidade foi mensurada com auxílio do piezômetro diferencial a variação da pressão entre a entrada do equipamento (50 mm) e o estrangulamento (25 mm) (Figura 1D). Esse procedimento foi realizado em triplicata, com 30 segundos de intervalo, para cada velocidade analisada. O diâmetro interno dos tubos foram obtidos com auxílio de um paquímetro analógico de precisão 0,05mm

De posse dos dados experimentais, foi possível estimar a velocidade de escoamento com uma dedução da equação de Bernoulli (Equação 1), e a vazão pela equação da continuidade (Equação 2).

$$V2 = \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho \left(1 - \frac{D2^4}{D1^4}\right)}} \quad (\text{Equação 1})$$

Para encontrar a vazão (Q):

$$Q = V2 \times A2 \quad (\text{Equação 2})$$

Os dados de velocidade foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, comparando as estimativas com os dados obtidos experimentalmente, gerando equação de ajuste e seu coeficiente de determinação (R^2). Após as correções, foram realizadas as estimativas de vazão (Q) por ambos métodos para fins de validação do protótipo.

Resultados e Discussão

Os dados de velocidade estimadas pelo Venturi, por dedução da equação de Bernoulli, evidenciaram um comportamento linear quando comparados com as velocidades de escoamento mensuradas com o fluxômetro ultrassônico (Figura 2). A equação de ajuste apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,959, indicando uma correlação muito forte dos dados.

Com a equação de ajuste linear obtida, os dados de velocidade estimados pelo Venturi foram corrigidos para o cálculo da vazão. Na Figura 3 é possível observar que a estimativa de vazão com os dados corrigidos aproximam-se muito dos mensurados, com um erro médio de 0.09%, enquanto que a mesma estimativa utilizando os dados brutos obtidos no Venturi promove um incremento médio de 72,9% na vazão do fluxômetro.

Com o equipamento construído não foi possível mensurar velocidades de escoamento superiores a 0,9 m/s ($Q = 0,00148 \text{ m}^3/\text{s}$) no tubo de maior diâmetro (50 mm), quando o Venturi começa a succionar na tomada de pressão da constrição. Acredita-se que com um menor afunilamento (50 x 32 mm) será possível calcular vazões em velocidades maiores e mais próximas de situações comerciais (1 a 3 m/s), que são comuns nas instalações hidrossanitárias prediais e industriais

Considerações finais

O venturi artesanal desenvolvido com este trabalho mostrou-se eficaz na estimativa de vazão após aplicação de equação de ajuste aos dados coletados, entretanto seu uso está limitado a uma velocidade de escoamento máxima de 0,9 m/s, que no diâmetro de 50 mm proporciona uma vazão máxima de 0,00148 m/s.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Januária pelo apoio e monitor de hidráulica pelo auxílio constante no desenvolvimento do protótipo.

Referências

DELMÉE, G. J. **Manual de medição de vazão**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

PEREIRA, M. Flow Meters: Part 1. **IEEE Instrumentation & Measurement Magazine**, p. 18- 26, February 2009.



Sobre medidores de vazão de turbina de líquido. Emerson, 2023. Disponível em:

<https://www.emerson.com/pt-br/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/about-liquid-turbine-flow-meters>. Acesso em 22/09/2023.

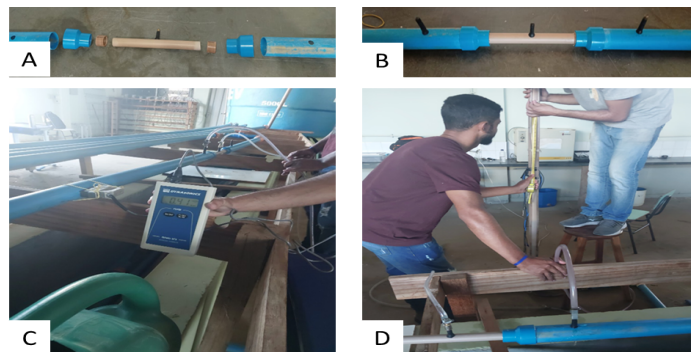


Figura 1: Esquema de montagem do venturi artesanal com tubos e conexões em PVC (A); Venturi artesanal montado e com os pontos de tomadas de pressão inseridas (B); Medidor de velocidade de escoamento Fluxômetro Ultrassônico no circuito de ensaios (C); Variação da pressão entre os pontos analisados, mensurada no piezômetro diferencial.

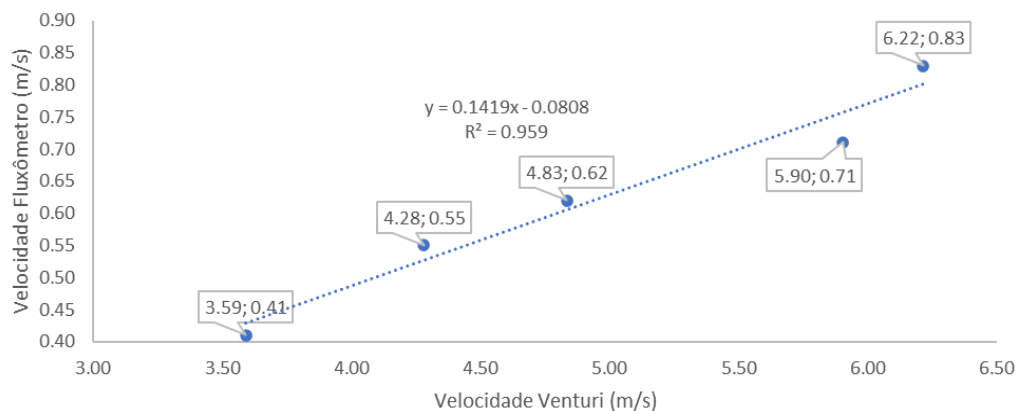


Figura 2: Equação de ajuste e coeficiente de determinação entre a velocidade mensurada experimentalmente com o fluxômetro ultrassônico e a estimada pela dedução da equação de Bernoulli.

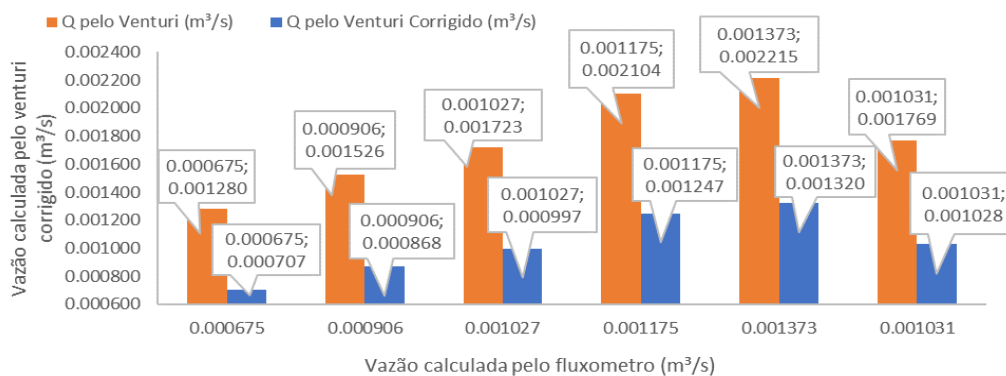


Figura 3: Comparação entre a vazão calculada com velocidade mensurada pelo fluxômetro ultrassônico, com a velocidade calculada pela equação de Bernoulli para Venturi, e com a velocidade obtida pela equação de Bernoulli para Venturi corrigida pela equação de ajuste.