



## **PROJETO DE MEDIDOR VENTURI PARA O LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**

**Géssany Mariana Ferreira Alves dos Santos, gessanimariana@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**Manoel Camilo Moleiro Cabrera, mcmcabrera@uesc.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho. CEP 45662-900. Ilhéus-Bahia

**Resumo.** A vazão está diretamente ligada aos custos de processos na indústria, bem como no consumo residencial de água. Em condutos forçados, sua quantificação pode ser realizada através de elementos primários como placas de orifício, bocais e tubos Venturi. Os tubos Venturi oferecem uma menor perda de carga, se comparado aos outros medidores, sendo vantajosos em casos em que se necessita de um controle contínuo de vazão, em escoamentos de vazão elevada com baixa perda de carga. Nesse estudo, foi realizado o projeto de dois tubos Venturi de 50 e 75mm de diâmetro interno, que possibilitarão a determinação de vazões elevadas em experimentos laboratoriais, sem a necessidade de grandes compartimentos para a medida do volume ou de balanças com elevada carga para determinação da massa, atendendo às demandas do laboratório de hidráulica da Universidade Estadual de Santa Cruz.

**Palavras chave:** Medidores de vazão. Medidor deprimogênio.

### **1. INTRODUÇÃO**

A quantificação de vazões elevadas (até 15 l/s) em condutos forçados é de suma importância na indústria, bem como em residências, visto que está diretamente ligada a custos de processos e serviços de abastecimento público, à seleção de equipamentos a serem utilizados, como turbinas e bombas, entre outros. Para a realização de tais medições, deve-se conhecer algumas propriedades do fluido em escoamento, tais como a viscosidade, e o peso específico do fluido, além de variáveis como a velocidade de escoamento, número de Reynolds, temperatura e pressão.

A escolha do elemento primário utilizado na medição da vazão deve ser realizada, minuciosamente, para cada caso em específico, a depender do tipo de escoamento e das condições citadas anteriormente. A Norma Brasileira de Regulamentação NBR ISO 5167 (Medição de vazão de fluidos por dispositivos de pressão diferencial, inserido em condutos forçados de seção transversal circular) estabelece diretrizes para a fabricação e utilização de elementos primários (bocais, placas de orifício e tubos Venturi) para condutos forçados escoando água em regime permanente, com um número de Reynolds mínimo pré-determinado.

Na construção civil, o maior diâmetro da tubulação para condução de água fria em residências e habitações familiares é de 50 mm. Para essa medida de diâmetro interno, em condições práticas a vazão pode variar de 0,6 a 7,0 l/s (PORTO, 2006).

Dentre os elementos primários de maior utilização estão as placas de orifício. Sua utilização se deve, geralmente ao seu baixo custo, se comparado a outros dispositivos, entretanto, a utilização do tubo Venturi em condutos forçados impõe uma perda de carga menor, não possui partes móveis e zonas mortas, facilitando manutenção e limpeza preservando melhor as características do escoamento.

Diante disso, objetiva-se projetar, de acordo com as normas técnicas, dois medidores Venturi, com diferentes diâmetros internos (50 e 75 mm) para a medição de vazão em experimentos de condutos forçados para o laboratório de Hidráulica da Universidade Estadual de Santa Cruz.

### **2. REFERENCIAIS TEÓRICOS**

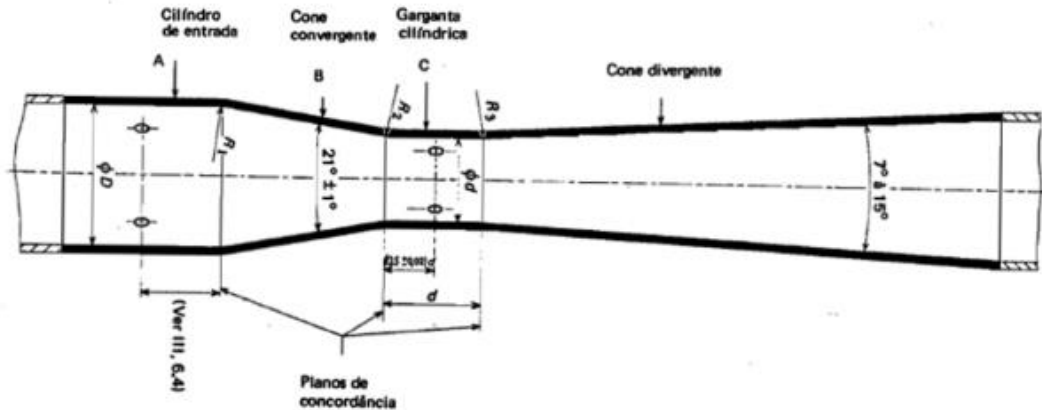
Idealizado pelo cientista italiano Venturi em 1791, o tubo de Venturi foi utilizado como medidor de vazão em 1886 por Clemens Herschel. (FIALHO, 2010)

Um tubo de Venturi clássico é constituído basicamente de três partes: cone convergente, responsável pelo aumento gradativo da velocidade de escoamento do fluido; garganta cilíndrica, de baixa pressão; e cone divergente, responsável pela retomada do diâmetro original da tubulação, bem como à velocidade inicial do escoamento.

Segundo Schneider (2011), os tubos Venturi são os medidores com o melhor desempenho entre os seus similares, sendo os menos intrusivos, por provocarem uma menor perda de carga na tubulação.

A NBR ISO 5167 (1994) estabelece as condições mínimas de projeto de um tubo Venturi clássico. A Fig. 1, abaixo ilustra as dimensões de construção do elemento primário.

Figura 1 – Características do tubo Venturi (Delmeé 1995)



Segundo Fialho (2010), a utilização do medidor Venturi garante uma baixa perda de carga, devido ao divergente cônico gradual a jusante da garganta, que oferece uma excelente recuperação de pressão. Por esse motivo, é o medidor escolhido quando se deseja um controle contínuo em tubulações onde há uma vazão de escoamento elevada, apesar de ter maior custo se comparado com a placa de orifício, porém esta gera uma necessidade frequente de manutenção quando há sólidos na água.

A diferença hidrodinâmica fundamental entre o tubo Venturi e a placa de orifício é que, no Venturi, a veia fluida acompanha constantemente as paredes do tubo, já na placa existe um colchão de fluido formado por redemoinhos entre as paredes do tubo e a veia fluida, a jusante da placa. (DELMEÉ, 1995)

A utilização dos medidores Venturi nos ensaios experimentais propostos para o laboratório de hidráulica da Universidade Estadual de Santa Cruz tornará o aprendizado dos usuários mais satisfatório, ampliando a variedade de experimentos, com segurança na obtenção de medidas pois, segundo Barros (2018), o dispositivo apresenta simplicidade, alta confiabilidade e capacidade de gerar bons resultados, até mesmo em fluidos de duas fases.

### 3. METODOLOGIA

Serão confeccionados dois tubos Venturi com diâmetros de 50 e 75mm, os quais devem atender aos experimentos de hidráulica para a obtenção de vazão em condutos forçados. Os tubos serão usinados em PVC, devido às suas características de custo.

Para a confecção do convergente localizado a montante da garganta, será adotado o ângulo de 21°, conforme especificação da NBR ISO 5167. A garganta do tubo Venturi obedece à relação  $D2/D1 = 0,5$ , sendo  $D1$  o diâmetro interno do tubo, e  $D2$  o diâmetro interno da garganta do tubo Venturi.

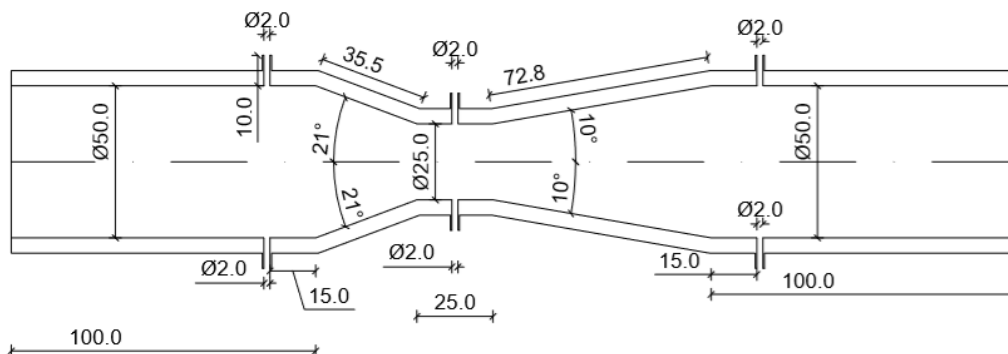
A NBR ISO 5167 especifica que o ângulo do divergente deve estar entre 7° e 15°, contudo uma declividade elevada no divergente acarretaria uma perda de carga mais acentuada, enquanto uma declividade muito baixa geraria maiores custos de execução. Dessa forma, adotar-se-á um ângulo intermediário de 10°.

As tomadas de pressão do tubo deverão atender a uma relação  $d \leq 0,1D1$ , sendo  $d$  o diâmetro interno da tomada de pressão. As saídas das tomadas de pressão devem ter uma altura mínima  $h = 5d$ , contados a partir da parede interna do tubo.

### 4. RESULTADOS

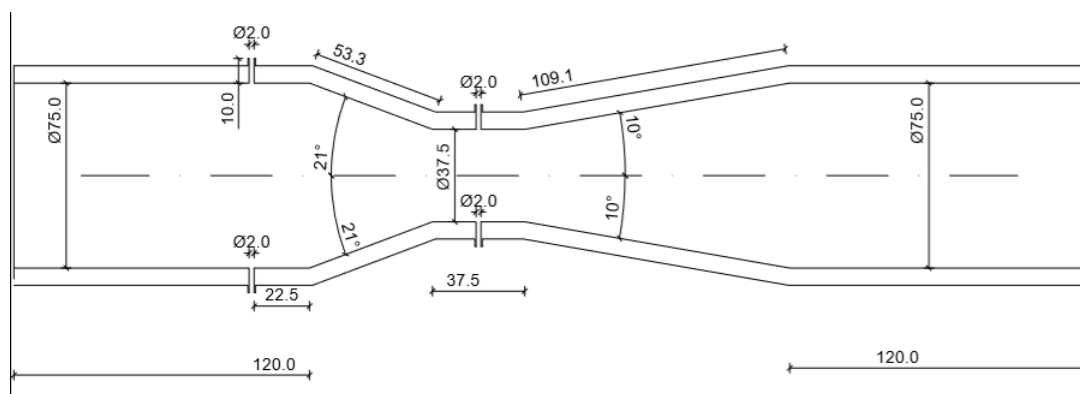
Nos tubos Venturi serão inseridas quatro tomadas de pressão a montante do convergente, justamente espaçadas em um plano perpendicular ao escoamento. O mesmo será feito na garganta do tubo. No tubo de 50 mm serão colocadas quatro tomadas de pressão a jusante do divergente para mostrar a recuperação da pressão. Dessa forma, as tomadas de pressão ficarão situadas em dois planos perpendiculares entre si e paralelos ao escoamento. As dimensões adotadas estão de acordo com as especificações da Norma NBR ISO 5167, e podem ser observadas na Fig. 2.

Figura 2 – Tubo de Venturi 50mm



No tubo Venturi de 75mm, serão inseridas quatro tomadas de pressão a montante do cone convergente, igualmente espaçadas em um plano perpendicular ao escoamento, assim como quatro tomadas de pressão na garganta. A Fig. 3 apresenta as dimensões de projeto do tubo de 75mm de diâmetro.

Figura 3 – Tubo de Venturi 75mm



Para a conexão do tubo Venturi à tubulação serão confeccionadas roscas nas suas extremidades, a fim de que o tubo seja conectado por meio de conexões a uma tubulação de PVC roscável branca.

Espera-se que a utilização dos medidores Venturi viabilize a realização de medidas de vazões da ordem de 15l/s, com resultados confiáveis, visto que, atualmente, as medições realizadas no laboratório de hidráulica estão limitadas pelas condicionantes dos equipamentos disponíveis, os quais não permitem a medição em vazões elevadas.

## 5. CONCLUSÕES

Com as informações obtidas na NBR 5167, foi possível a realização do projeto de dois tubos Venturi para serem utilizados em experimentos práticos no laboratório da Universidade Estadual de Santa Cruz. Os medidores de vazão tipo Venturi possuem a vantagem de apresentarem pequena perda de carga quando comparados a placas de orifício e bocais. Além disso, esses dispositivos não possuem partes móveis, facilitando a sua manutenção. Espera-se que o projeto de desenvolvimento dos medidores Venturi no laboratório amplie a variedade de experimentos realizados no mesmo, aliada à confiabilidade das medidas. Os diâmetros adotados (50 e 75mm) permitem medidas de vazão de até 15l/s, possibilitando, assim, experimentos com vazões elevadas. Vale ressaltar que em edificações familiares os tubos apresentam diâmetros, em geral, igual ou inferior a 50mm. O tubo Venturi de 75mm também pode ser aplicado em testes de bombeamento de poços tubulares profundos, onde deseja-se determinar a vazão produzida no poço. Em geral, poços tubulares profundos possuem diâmetro igual a 100mm, permitindo o uso de tubulações com até 75mm de diâmetro.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 5167-1: “*Medição de vazão de fluidos por meio de instrumentos de pressão – Parte 1: Placas de orifício, bocais e tubos de Venturi instalados em seção circular de condutos forçados*”, Rio de Janeiro, 1994.
- Barros, Gabriel G.; Rosa, Henrique M. P.. “Determinação e análise de coeficiente de descarga de um tubo de venturi com auxílio de um sensor de diferença de pressão MPX5050”. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Viçosa/MG, Brasil, v. 4, n. 2, p. 0225-0228, jul. 2018. ISSN 2527-1075. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/ojs/jcec/article/view/2455>>. Acesso em: 20 jul. 2019.
- Delmée, Gerard J., 1995. “*Manual de medição de vazão*”. Edgard Blücher, São Paulo, 2ª edição.
- Fialho, Arivelto Bustamante., 2010. “*Instrumentação Industrial: Conceitos, Aplicações e Análises*”. Érica, São Paulo, 7ª edição.
- Porto, Rodrigo de Melo., 2006. “*Hidráulica Básica*”. EESC-USP, São Carlos, 4ª edição
- Schneider, Paulo Smith., 2011. “*Medição de Velocidade e Vazão de Fluidos*”. Grupo de Estudos Térmicos e Energéticos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

## 7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.