

DIMENSIONAMENTO E MODELAGEM DE UM TUBO DE VENTURI NO SOFTWARE ONSHAPE APLICADO A UM SISTEMA DE TUBULAÇÕES

SILVA, A. A.¹; SILVA, A. G.¹; PUÇA, C. V. L.¹; SANTOS, L. G. S.¹; MONTEIRO, A. C.¹; SANTOS, L. B.²

¹Grupo PET PAESPE - Conexões de Saberes, UFAL, Campus A.C. Simões;

²Tutor do Grupo PET PAESPE - Conexões de Saberes

E-mail: adiel.silva@ctec.ufal.br, petct.ufal@gmail.com

RESUMO: Este artigo apresenta o dimensionamento e a modelagem de um tubo de Venturi aplicado a um sistema de tubulações, desenvolvido no *software OnShape*. O estudo abrange a análise hidráulica do escoamento de água, incluindo as perdas de carga distribuídas e localizadas, e a determinação do regime de escoamento por meio do número de *Reynolds* e da correlação de *Blasius*. Com base nesses parâmetros foi realizado o dimensionamento do tubo de Venturi visando garantir medições precisas de vazão com mínima dissipação de energia. A modelagem tridimensional no *OnShape* permitiu representar a geometria do tubo e avaliar sua integração ao sistema. Os resultados reforçam a importância da combinação entre fundamentos da mecânica dos fluidos e ferramentas de modelagem paramétrica, destacando o uso do *OnShape* como recurso didático e de engenharia para o desenvolvimento de dispositivos hidráulicos eficientes.

Palavras-chave: Perda de carga; Sistema de Tubulações; Mecânica dos Fluidos.

DESIGN AND MODELING OF A VENTURI TUBE IN ONSHAPE SOFTWARE APPLIED TO A PIPING SYSTEM

ABSTRACT: This paper presents the design and modeling of a Venturi tube applied to a piping system, developed using the OnShape software. The study comprises the hydraulic analysis of water flow, including distributed and localized head losses, and the determination of the flow regime through the Reynolds number and the Blasius correlation. Based on these parameters, the Venturi tube was designed to ensure accurate flow measurements with minimal energy dissipation. The three-dimensional modeling in OnShape allowed for the representation of the tube's geometry and the evaluation of its integration into the system. The results emphasize the importance of combining fluid mechanics fundamentals with parametric modeling tools, highlighting the use of OnShape as both an educational and engineering resource for the development of efficient hydraulic devices.

Keywords: Head loss; Piping system; Fluid mechanics.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de tubulações desempenham papel fundamental no transporte de fluidos em diversas áreas da engenharia, como a hidráulica, a química e a mecânica. Esses sistemas são responsáveis por conduzir líquidos e gases entre reservatórios, máquinas e equipamentos, sendo indispensáveis em processos industriais e de infraestrutura. A compreensão dos fenômenos de transporte envolvidos, como o escoamento, as perdas de carga e o comportamento do fluido, é essencial para o dimensionamento eficiente e seguro desses sistemas (Çengel e Cimbala, 2007).

Entre os dispositivos aplicados à medição de vazão em sistemas hidráulicos, destaca-se o tubo de Venturi, amplamente utilizado por sua precisão e baixa perda de carga. O Venturi opera com base no Princípio de Bernoulli, segundo o qual a energia total do fluido se conserva ao longo de uma linha de corrente, desde que não haja dissipação significativa. Ao passar pela garganta do Venturi, região de menor diâmetro, o fluido sofre aumento de velocidade e redução de pressão, possibilitando a determinação da vazão volumétrica a partir da diferença de pressões (Silva, 2015).

O dimensionamento adequado do tubo de Venturi requer a consideração de parâmetros geométricos e hidráulicos que assegurem sua eficiência. As proporções entre o diâmetro de entrada, a garganta e o difusor são determinantes para minimizar as perdas de carga e evitar fenômenos indesejáveis, como a cavitação. Além disso, a escolha do trecho do sistema onde a vazão permanece constante é essencial para garantir medições precisas (Çengel e Cimbala, 2007).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar o dimensionamento e a modelagem de um tubo de Venturi no *software OnShape*, aplicado a um sistema de tubulações hidráulicas operando com água em regime turbulento. O estudo busca demonstrar a aplicação prática dos conceitos de Fenômenos de Transporte 1: mecânica dos fluidos na determinação de parâmetros hidráulicos, aliando fundamentos teóricos à modelagem paramétrica tridimensional.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido a partir da análise de um sistema de bombeamento de água a 10 °C, no qual o fluido foi transferido de um reservatório inferior, com cota de 10 m, para outro situado a 25 m de altura. O escoamento ocorreu por meio de tubulações de aço

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

galvanizado, interligadas por acessórios diversos e dispostas em trechos em série e em paralelo. O sistema contou com uma bomba de 10 kW de potência e eficiência de 75 %, responsável por fornecer a energia necessária ao transporte do fluido entre os reservatórios.

As tubulações foram definidas conforme os diâmetros nominais $DN_1 = 3/4$ pol, $DN_2 = 1$ pol, $DN_3 = 2$ pol e $DN_4 = 1/2$ pol, com comprimentos respectivos de $L_1 = 2$ m, $L_2 = 3$ m, $L_3 = 6$ m e $L_4 = 5$ m. Também foram considerados os seguintes acessórios: registro de globo aberto (AC_1), cotovelos de 45° e 90° (AC_2 e AC_3), curvas de 45° e 90° (AC_4 e AC_5) e joelho de 90° (AC_6). As perdas de carga localizadas associadas a esses componentes foram determinadas pelo método do comprimento equivalente, representando cada acessório como um acréscimo efetivo ao comprimento total da tubulação.

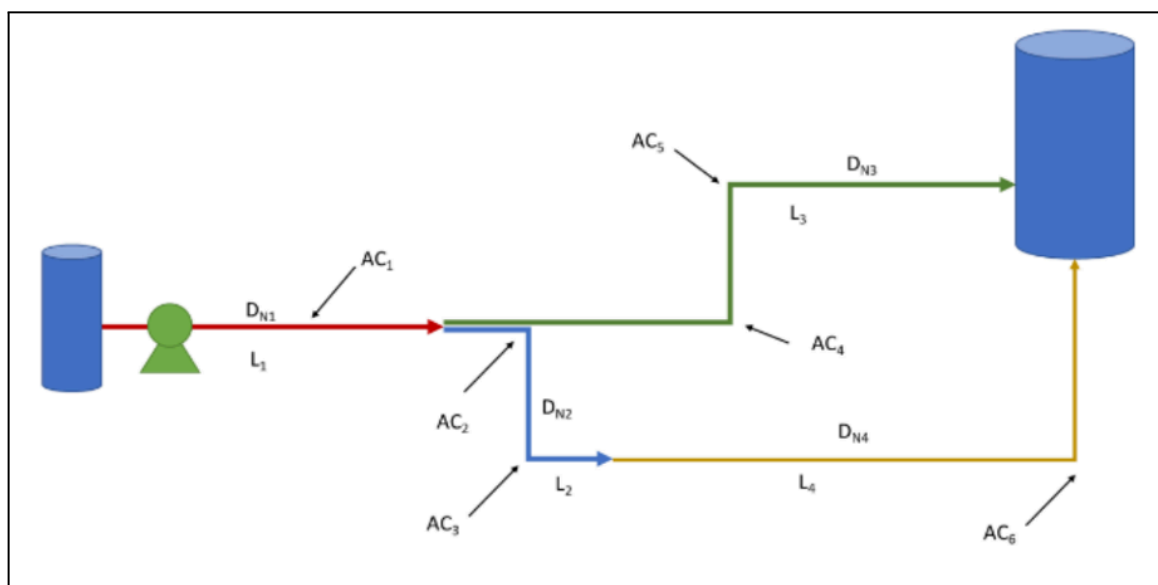
Inicialmente, realizou-se o balanço de energia mecânica do sistema, considerando as perdas de carga distribuídas e localizadas. As equações de conservação de massa e energia foram aplicadas para determinar as relações entre vazão, velocidade e altura manométrica. Em seguida, o número de Reynolds foi calculado para identificar o regime de escoamento em cada trecho e validar as correlações empregadas.

Com base nas condições hidráulicas obtidas, determinou-se o ponto do sistema mais adequado para a instalação do tubo de Venturi, escolhendo-se o trecho com vazão constante. O dimensionamento do tubo foi realizado a partir de proporções geométricas que asseguram a aceleração controlada do fluido e a minimização das perdas de carga.

Por fim, a modelagem tridimensional do tubo de Venturi foi desenvolvida no software *OnShape*, empregando-se modelagem paramétrica para representar com precisão a geometria do dispositivo e sua integração ao sistema de tubulações, possibilitando a análise visual e a verificação dimensional do projeto.

O *OnShape Free* é amplamente disseminado por ser um software CAD totalmente baseado em nuvem, acessível em qualquer dispositivo e sem necessidade de instalação. Oferece recursos avançados de modelagem 3D, colaboração em tempo real e controle de versão, tornando-se ideal para estudantes e equipes. Sua versão gratuita é adequada para fins didáticos, o que amplia seu uso em projetos acadêmicos e de aprendizado.

Figura 1 – Esquema do sistema de tubulações.



Fonte: Autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o sistema proposto, o comportamento hidráulico foi avaliado a partir da equação da energia mecânica, considerando escoamento permanente e adiabático:

$$\frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \frac{P_2}{\rho g} = \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + h_s - h_c \quad (1)$$

onde h_s representa a altura fornecida pela bomba e h_c as perdas de carga totais (distribuídas e localizadas).

As perdas de carga foram determinadas pela equação de *Darcy-Weisbach*, utilizando o fator de atrito obtido pela correlação de Blasius:

$$h_f = f_D \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (2) \quad \frac{1}{\sqrt{f_D}} = -2,0 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right) \quad (3)$$

O regime de escoamento foi verificado por meio do número de *Reynolds*, calculado por:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (4)$$

Os resultados indicaram que todas as tubulações operam em regime turbulento, validando o uso da correlação empregada abaixo:

$$Re_1 > Re_3 > Re_4 > Re_2 \text{ (Regime turbulento)}$$

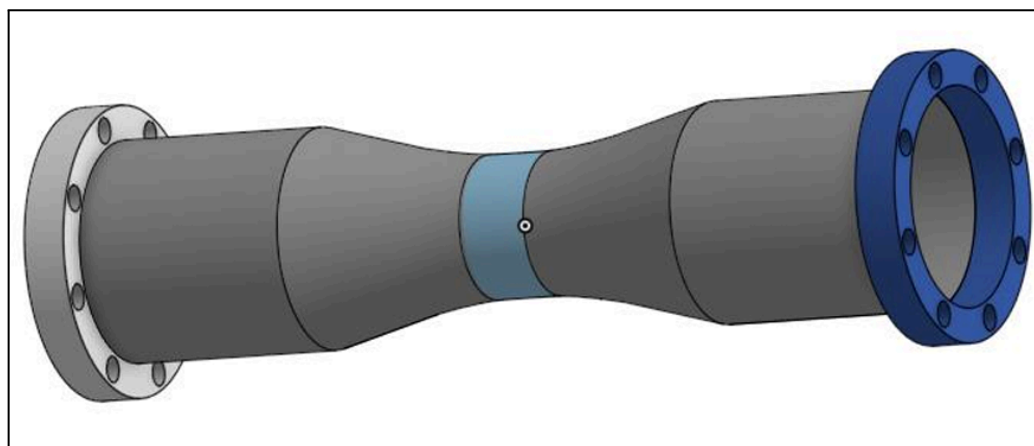
$$1,05 \cdot 10^6 > 3,99 \cdot 10^5 > 6,03 \cdot 10^4 > 3,58 \cdot 10^4 > 4 \cdot 10^3 \text{ (Regime turbulento)}$$

A análise energética e o balanço de vazões permitiram determinar uma altura manométrica de aproximadamente 34 m para uma bomba de 10 kW e eficiência de 75%, assegurando o funcionamento adequado do sistema.

Com base nas vazões obtidas, o trecho DN4 apresentou escoamento constante, sendo selecionado para a instalação do tubo de Venturi. O dimensionamento seguiu as proporções geométricas padronizadas, com diâmetro da garganta igual a 65% do diâmetro de entrada, além de ângulos de convergência e divergência de 22° e 10°, respectivamente.

O modelo tridimensional foi elaborado no software *OnShape*, garantindo continuidade geométrica, simetria e suavidade no perfil interno, o que reduz perdas de carga e melhora a precisão de medição. O Venturi projetado apresentou compatibilidade dimensional com o sistema de tubulações e adequada transição de áreas para medição de vazão com mínima interferência no escoamento.

Figura 2 – Modelo tridimensional do tubo de Venturi desenvolvido no *software OnShape*.



Fonte: Autores (2025).

A Figura 3 apresenta o desenho técnico detalhado do tubo de Venturi desenvolvido no *OnShape*, evidenciando as dimensões principais, vistas ortogonais e representação isométrica do modelo. Essa configuração promove a suavidade das transições geométricas e o alinhamento com as proporções definidas no dimensionamento teórico.



AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial – PET PAESPE Ciência e Tecnologia pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

SILVA, J. A. **Dimensionamento e Instalação de Tubo Venturi para Analisadores de Gás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.