

VALIDAÇÃO DA PERDA DE CARGA DO ESCOAMENTO DE UM FLUIDO EM TUBO $\frac{3}{4}$ UTILIZANDO FLUIDINÂMICA COMPUTACIONAL - CFD

Ribeiro Nadia Aparecida¹ ; Vedana Emily² ; Bitencourt Estefani³; Balestrin Evandro*

Resumo

Realizou-se a validação da perda de carga do escoamento da água em um tubo $\frac{3}{4}$ comparando os resultados experimentais obtidos em bancada de laboratório com os resultados de simulação numérica por CFD. As simulações numéricas foram realizadas por meio do programa Ansys Student, ao qual permite acesso a diversos softwares de simulação em versão gratuita no site. O software utilizado foi o Workbench, nos permitindo elaborar a geometria do tubo, a malha e por fim o resultado final através das condições de contorno que foram aplicadas para que houvesse as interações necessárias para obter a pressão e a perda de carga que foi comparada com a obtida em laboratório.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica dos fluidos computacional ou CFD, é a área que trata da simulação numérica de escoamento de fluidos, transferência de calor e fenômenos relacionados. Ela substitui as equações diferenciais parciais (EDPs), que regem as leis de conservação de massa, movimento e energia, por equações algébricas resolvidas em computadores. O CFD combina mecânica dos fluidos, cálculo numérico e tecnologia computacional, utilizando diversos esquemas numéricos para resolver problemas como sistemas de equações lineares, interpolação, derivadas e integrais. É um campo da engenharia em evolução, pois sua aplicabilidade aumenta com o desenvolvimento dos recursos computacionais disponíveis. As aplicações de CFD em processos industriais são cada vez mais usadas para prever variáveis como a velocidade, pressão, temperatura, concentrações de espécies

químicas, além de auxiliar na prevenção de gastos desnecessários durante a elaboração de novos projetos, pois ele consegue aproximar as suas simulações bem próximas do real conforme fazemos ensaios com condições de contorno reais ou muito parecidas com as que queremos. BRAZ, (2023).

2 DESENVOLVIMENTO

Escoamento é o movimento que o fluido faz ao longo de uma trajetória (FOX; MCDONALD; PRITCHARD, 2006). As propriedades mais relevantes para o estudo dos fluidos são a viscosidade e a densidade (LOPES, 2012). Um escoamento é classificado como laminar quando as partículas fluidas se movem de forma organizada, sendo os filetes de fluido paralelos entre si. No regime de escoamento turbulento, as partículas fluidas movem-se em todas as direções, com velocidades variáveis em direção e grandeza. Para escoamentos no interior de tubulações, valores de Re abaixo de 2100 caracterizam um regime de escoamento laminar e acima de 5000 um escoamento turbulento. Valores entre $2100 < Re < 5000$ indicam que o fluido está escoando em um regime de transição do laminar para o turbulento (Perry e Green ,1997). A perda de carga caracteriza-se por uma dissipação da energia durante o escoamento do fluido (que envolve forças viscosas) e, em uma instalação industrial, consiste ainda numa resistência oferecida por tubulações, acessórios e pelos próprios equipamentos. Permite conhecer a potência que deve ser requerida pelo projeto para um correto dimensionamento de um sistema de bombeio de uma rede de tubulação. É normalmente medida em unidades de altura de uma coluna de fluido (por exemplo: metros de coluna d'água - mca) (FOX; MCDONALD; PRITCHARD, 2006). Pode ser classificada de duas maneiras, perda de carga contínua e perda de carga localizada ou acidental. Podendo ser influenciado por alguns fatores como a natureza do fluido, material do qual é feito o tubo, processo de fabricação, existência de um revestimento especial, estado da conservação das paredes com presença ou não de incrustações, diâmetro da tubulação, regime do escoamento do fluido entre outros. Perda de Carga Distribuída: É a diminuição da pressão de um fluido ao longo de uma

tubulação retilínea, causada pelo atrito entre o fluido e as paredes do tubo. É um fenômeno inevitável em sistemas de transporte de fluidos e é fundamental para o funcionamento seguro e eficiente de processos industriais. Perda de Carga Localizada: é um fenômeno que ocorre em tubulações quando o fluido passa por acessórios que alteram a direção do escoamento, como válvulas, curvas, registros e derivações. É causada por uma perturbação brusca do escoamento, que gera perda de energia. Esses acessórios são considerados obstáculos que impedem a passagem ideal do fluido, desperdiçando carga. No experimento foi utilizado tanque (Figura 1) com medidas de 20,5 cm de largura, 29,5 de comprimento e profundidade na primeira leitura ficou com 150 mm em 30 segundos e na segunda leitura ficou com 160mm. O comprimento do tubo $\frac{3}{4}$ é de 1,35m, e o diâmetro é de 0,01905m, material de PVC. O Primeiro passo foi medir a perda de carga do tubo, utilizando manômetro tipo U (Figura 2), e o volume do tanque em 30 segundos. Depois dos dados obtidos experimentalmente foi criado no software workbench a geometria do tubo com as medidas reais, representado na figura 05, o segundo passo foi desenvolver a malha representada nas figuras 03 e 04 e por último com as condições de contorno obter a perda de carga teórica.

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações de medidas de largura, altura e profundidade do tanque utilizado no experimento obteve-se um volume de 0.009373625m, em outro momento, com os ensaios para encher esse mesmo tanque através do tempo de 30 segundos para que a água atingisse a altura esperada, encontramos uma vazão de $3,12454 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ e uma velocidade de 1,0968 m/s. Durante as medições de perda de carga, obtivemos o valor experimental de 1716 Pa nas duas leituras. Dadas as condições de contorno, PA na entrada 1201,52 pa e a PA de saída é igual a 0 pa, o que nos dá a perda de carga de 1201,52. O estudo tem como objetivo analisar a perda de carga de um escoamento de um tubo $\frac{3}{4}$ através do CFD, ao comparar o valor experimental

que foi obtido em laboratório sendo ele, 1716 Pa, com o valor teórico de 1201,62 Pa vemos uma diferença significativa, que resultou em um erro de 40%.

3 CONCLUSÃO

Concluimos com este estudo que através das interações obtidas pelo software obtivemos uma perda de carga de 1269 Pa , diferença essa que pode ser explicada pelo fato de que o software por ser uma versão gratuita possui um limite de apenas 500.000 elementos na malha, o que não nos permite produzir uma malha mais refinada. Conforme descrito nesse relatório podemos concluir a importância em saber o valor da perda de carga nos sistemas para conseguir fazer um projeto eficiente, com a ajuda do software pode ser usado para obter valores teóricos bem consistentes com os experimentais, o que otimiza tempo e gastos com laboratórios físicos, ou até mesmo evita perda de matéria prima para produzir ou testar equipamentos ou processos novos que podem ser falhos.

REFERÊNCIAS

BRAZ, Laryssa Ellem Nascimento et al. Uso da CFD (Computational Fluid Dynamics) para verificar o desempenho de coleta de partículas de um ciclone utilizado para filtração de gases. p15,2023. Editora Brazilian Journal of Development,2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/62020/44665/150735> . Acesso em: 19 nov. 2024.

SANT'ANNA, Andréia Abrahão. Modelagem e simulação da perda de carga de um sistema de trocadores de calor em refino de petróleo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/38662/1/Modelagem%20e%20simula%C3%A7%C3%A3o%20da%20perda%20de%20carga%20de%20um%20sistema%20de%20trocadores%20de%20calor%20em%20refino%20de%20petr%C3%B3leo.pdf> . Acesso em 22 nov. 2024.

Dinâmica dos fluidos computacionais (CFD): o que é, para que serve, por que usar? Engenharia e Arquitetura, 17 set. 2019. Disponível em: <https://www.engenhariaearquitectura.com.br/2019/09/dinamica-dos-fluidos-computacional-cfd-o-que-e-para-que-serve-porque-usar>. Acesso em: 24 nov. 2024. aços)

Sobre o(s) autor(es)

nadia.ribeiro@unoesc.edu.br;emilyoliveira.eo1@gmail.com;

Bitencourtstefani198@gmail.com; evandro.balestrin@unoesc.edu.br

Figura 1 - Bancada experimental



Fonte: Autores

Figura 2 - Manômetro do tipo U



Fonte: Autores

Figura 3 - Malha do tubo



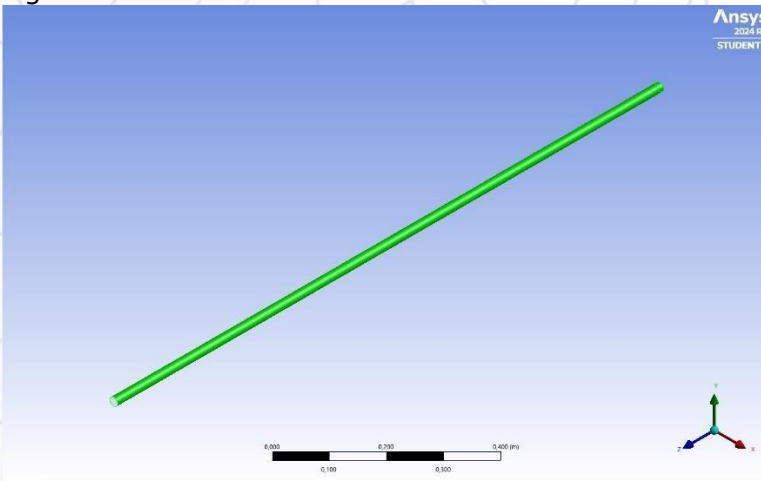
Fonte: Autores

Figura 4 - Malha do tubo



Fonte: Autores

Figura 05 - Geometria do Tubo



Fonte: Autores