

MODELAGEM DE SISTEMA DE VÁCUO

Samuel da Silva Lima¹

Faculdade de Tecnologia de São Paulo
samuellima0919@gmail.com

Francisco Tadeu Degasperi

Faculdade de Tecnologia de São Paulo
ftd@fatec.sp.br

1. Introdução

Diversos sistemas importantes de alto vácuo apresentam geometria tubular. Esses sistemas de vácuo possuem diversas aplicações na indústria, bem como na pesquisa. Portanto, é necessário determinar o campo de pressão ao longo de toda a estrutura da câmara de vácuo para projetar esses sistemas de maneira eficaz [1]. No entanto, modelar esses sistemas é uma tarefa desafiadora, devido a sua complexidade e a interação de várias variáveis. Neste contexto, o Método de Monte Carlo oferece uma abordagem promissora. Através da geração aleatória de eventos e da análise estatística, esse método permite simular o comportamento de partículas em um ambiente de alto vácuo. Isso não somente oferece uma compreensão valiosa sobre o comportamento desses sistemas, mas também pode ser usado para otimizar processos e melhorar a eficiência de dispositivos.

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um software de simulação capaz de determinar o campo de pressão de um sistema tubular de alto vácuo usando o Método de Monte Carlo para modelagem do sistema e verificar seus resultados comparando-os com os resultados do software de simulação Molflow+, desenvolvido pelo CERN.

2. Metodologia

O software foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, com as bibliotecas NumPy para processamento numérico e Matplotlib para plotagem de gráficos e visualização 3D do sistema de alto vácuo.

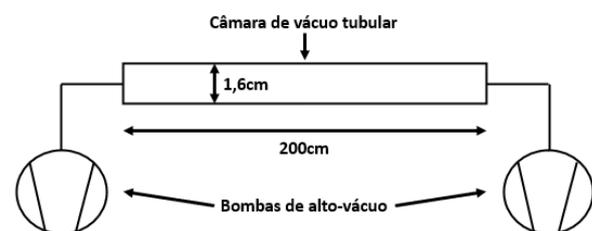
Utilizando a Lei dos Gases Ideais (1), para obter a pressão no sistema tubular simulado, todo o comprimento do tubo foi dividido em células de 1cm, e a quantidade existente de partículas em cada célula foi contabilizada após a simulação atingir o equilíbrio, com isso foi possível calcular a pressão em cada célula e

plotar a curva do campo de pressão. O software funciona com base no tempo, levando para a ideia do Método de Monte Carlo, cada segundo simulado representa uma rodada, e a cada rodada há desgaseificação, devido a essa desgaseificação o sistema chega em um ponto de equilíbrio, onde a quantidade de partículas bombeadas é aproximadamente a igual a quantidade de partículas oriundas da desgaseificação.

$$P.V = N.k.T \quad (1)$$

O sistema de vácuo consiste em um tubo cilíndrico com comprimento de 200 cm e diâmetro de 1,6 cm, com duas bombas de vácuo conectadas em suas extremidades. Para modelagem e simulação, assumimos que o sistema é estacionário e que o transporte de gás ocorre no regime de fluxo molecular. Também determinamos uma taxa de desgaseificação por unidade de área de $10^{-9} \text{ mbar} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$.

Figura 01 – Esquema do sistema simulado.



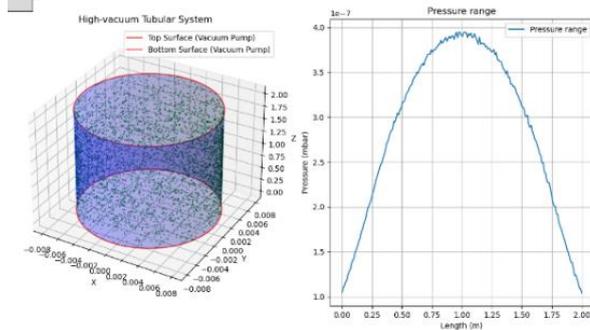
Fonte: Lima, S. (2024).

3. Resultados e Discussões

Com base na simulação realizada com o software desenvolvido, pode-se concluir que, o campo de pressão ao longo de um sistema de vácuo tubular com duas bombas de vácuo em suas extremidades possui o formato parabólico. Também realizamos uma simulação usando o Molflow+ para comparar e verificar a confiabilidade do resultado obtido pelo software desenvolvido. A Figura 02 demonstra a interface do software desenvolvido e o resultado obtido

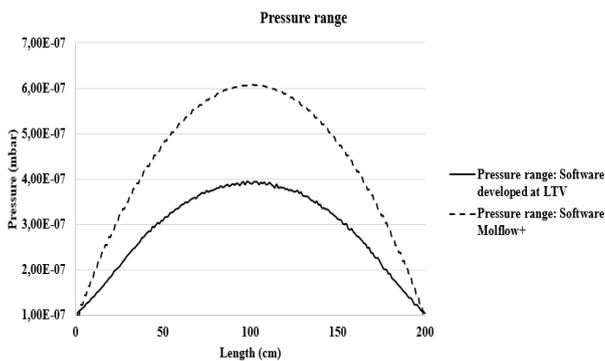
por ele. A Figura 03 apresenta uma comparação entre o campo de pressão obtido com o software desenvolvido e o Molflow+, onde a curva preenchida representa o software desenvolvido e a curva pontilhada representa o Molflow+.

Figura 02 – Interface do software desenvolvido.



Fonte: Lima, S. (2024).

Figura 03 – Campo de pressão obtido.



Fonte: Lima, S. (2024).

Os resultados mostraram-se muito próximos, com diferenças que são praticamente

imperceptíveis para os medidores de pressão atuais.

4. Conclusões

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que o método de Monte Carlo é capaz de modelar sistemas tubulares de alto vácuo e que o software obteve com sucesso o campo de pressão do sistema simulado. No entanto, para alcançar uma precisão ainda maior, está sendo feito um trabalho para alinhar a simulação com as condições reais, corrigindo alguns parâmetros. Os próximos passos serão refinar ainda mais o software para refletir melhor as condições reais.

Referências

[1] F.T. Degasperi, Contribuições para a Análise, Cálculo e Modelagem de Sistemas de Vácuo, UNICAMP, Brasil, 2006.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Tecnologia do Vácuo – LTV pela oportunidade oferecida, à FATEC-SP pelo apoio e ao CNPq, pela bolsa concedida.

¹ Aluno de IC com bolsa PIBIC-CNPq.