

Simulação de um Rotâmetro para Escoamento de Água

Simulation of a Rotameter for Water Flow

RESUMO

Álvaro Henrique Alves Reis
alvaroreis@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procópio,
Paraná, Brasil

Marcos Antonio de Souza
Lourenço
mlourenco@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procópio,
Paraná, Brasil

Fabio Kenji sugimoto
fkugimoto@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procópio,
Paraná, Brasil

Este trabalho tornou se possível a avaliação dos efeitos de um escoamento interno por um fluido newtoniano, o escoamento foi considerado incompressível e turbulento. O estudo numérico foi realizado por meio do software livre OpenFoam no qual a geometria foi construída e as condições de contorno impostas para todas as faces, o escoamento foi considerado na entrada como sendo completamente desenvolvido, com velocidade sendo uniforme na entrada e na saída do escoamento, sendo nula na parede, a pressão teve unicamente como variável de entrada sendo zero na saída do escoamento. O perfil de velocidade e pressão foram calculados por meio de um solucionador interativo *Simple*. Nos resultados foi possível analisar que o gradiente de pressão é constante, somente oscilando nas proximidades do flutuador, e a velocidade varia de acordo com a posição do flutuador durante o escoamento, por se tratar de um dispositivo de área variável.

PALAVRAS-CHAVE: Escoamento de Fluidos. Perfil de Velocidade e Pressão.

ABSTRACT

This work made it possible to evaluate the effects of an internal flow through a Newtonian fluid, the flow was considered incompressible and turbulent. The numerical study was performed using the OpenFoam free software in which the geometry was built and the boundary conditions imposed for all faces, the flow was considered at the entrance as being completely developed, with speed being uniform at the entrance and exit of the flow, being zero on the wall, the pressure had only the input variable as being zero at the flow outlet. The speed and pressure profile were calculated using a simple interactive solver. In the results it was possible to analyze that the pressure gradient is constant, only oscillating in the proximity of the float, and the speed varies according to the position of the float during the flow, as it is a variable area device.

KEYWORDS: Flow of fluids. Speed and pressure profile.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A medição de vazão de fluidos, que pode ser entendida como uma taxa de massa ou volume de um fluido que atravessa uma determinada área, se torna imprescindível no controle e monitoramento de diversos processos na indústria, os medidores fornecem dados como balanço de energia, cálculo de eficiência, dentre outros parâmetros.

A melhor escolha do medidor de vazão se dá, pelos parâmetros utilizados no processo como o tipo fluido, as variáveis de estado (pressão, temperatura, vazão) e das condições de trabalho (tipo de equipamento).

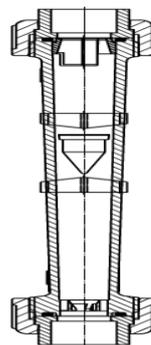
Hoje em dia, encontramos diversos medidores de vazão, que utilizam variados princípios físicos. Dentre estes os mais utilizados são os de área variável, conhecidos comercialmente como rotâmetros.

METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizado uma avaliação numérica a respeito do escoamento interno de um fluido Newtoniano, incompressível e turbulento. Foram revisados os conceitos de mecânica dos fluidos, como equações que governam o escoamento. Introdução ao método dos volumes finitos (VFM) e dinâmica dos fluidos computacionais (CFD).

O rotâmetro é o medidor de vazão de área variável mais amplamente utilizado, devido ao seu baixo custo, simplicidade, relativa rangeabilidade alta, baixa perda de carga e saída linear SCHNEIDER, PAULO (2003.). A figura 1 representa o modelo em corte de um rotâmetro industrial.

Figura 1 - Modelo industrial em corte



Fonte: GEMU GROUP (2020.)

A relação entre a vazão e o flutuador se deve ao equilíbrio entre três forças: o peso, a força de empuxo e a força de arraste, sendo a força de arraste atrelada ao flutuador pois conforme a posição varia a força também varia. Conforme a vazão seja continua a posição do flutuador se mantém estável, mas ao aumentar ou diminuir o fluxo, a força de arrasto varia, assim fazendo com que o flutuador acompanhe. Ao alcançar uma nova posição a área anular entre o tubo e o flutuador pode aumentar ou diminuir, fazendo com que um novo equilíbrio dinâmico seja alcançado. Nestes tipos de medidores a variação de pressão é constante.

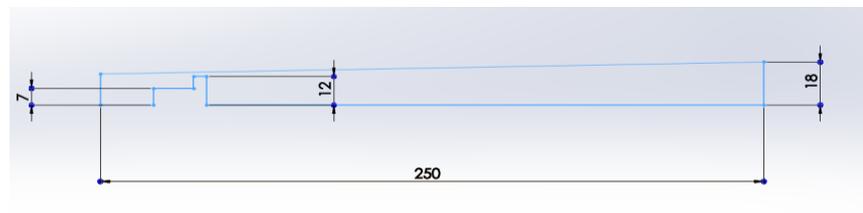
As equações que regem a dinâmica dos fluidos são o princípio de conservação de massa, segunda lei de Newton, princípio da quantidade de movimento angular, primeira lei da termodinâmica e segunda lei da termodinâmica.

O método dos volumes finitos (*Finite Volume Method*) utiliza a forma integral da equação da conservação. O domínio é subdividido em um número finito de volumes de controle (VC) adjacentes, sendo aplicada a equação da conservação para cada volume de controle.

O escoamento foi solucionado por meio do software livre OpenFoam, com condições de contorno aplicadas com alguns parâmetros retirados de catálogos industriais, com gradiente de pressão constante e a velocidade vinculada a geometria do dispositivo.

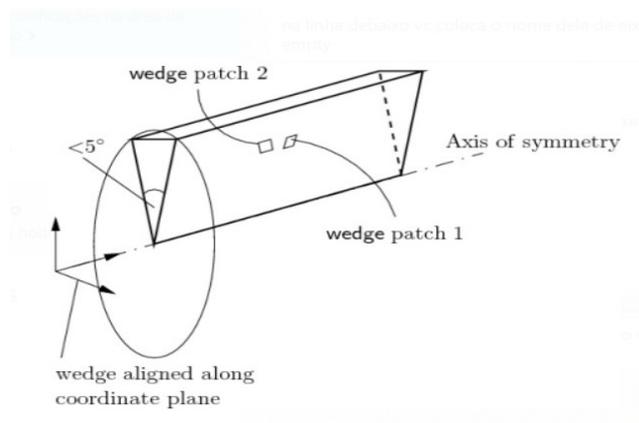
O modelo utilizado para a simulação numérica utilizou de um artifício de simetria para a construção da malha, utilizando apenas uma pequena parcela, e depois rotacionando, a figura 2 representa a geometria em corte e a figura 3 o artifício utilizado para desenhar a malha.

Figura 2 – geometria e dimensões do rotâmetro



Fonte: Autoria própria (2020)

Figura 3 – Artifício para malha simétrica



Fonte: OpenCFD (2018)

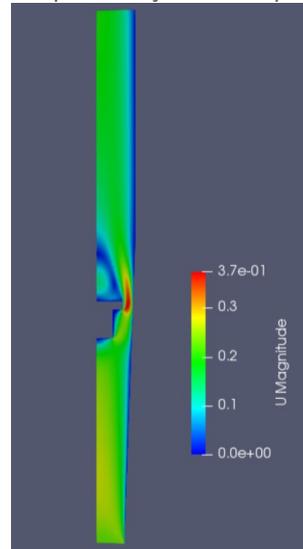
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo desse trabalho foi analisar o escoamento interno Newtoniano incompressível e turbulento, sob a geometria de um rotâmetro escolhida de forma arbitrária, mas se baseando em catálogos industriais. No qual podemos analisar o

perfil de pressão e velocidade ao longo de tempo, para uma faixa de vazão variável, a faixa escolhida foi de (40 a 200) l/h.

As figuras 4 mostram o campo de velocidade que foi simulado, no qual pode ser observado que a velocidade tem um valor maior na região localizada entre o flutuador e tubo.

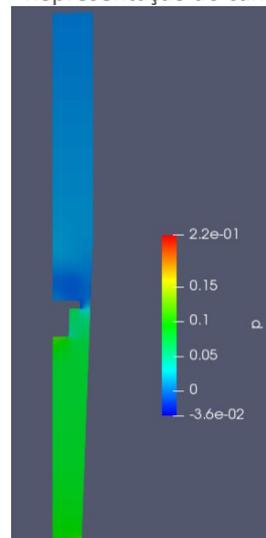
Figura 4 - Representação do campo de velocidade



Fonte: Autoria própria (2020)

A figura 5 representa o campo de pressão simulado, no qual podemos observar que a pressão se mantém constante, apenas ocorrendo uma pequena oscilação nas proximidades do flutuador.

Figura 5 - Representação do campo de pressão

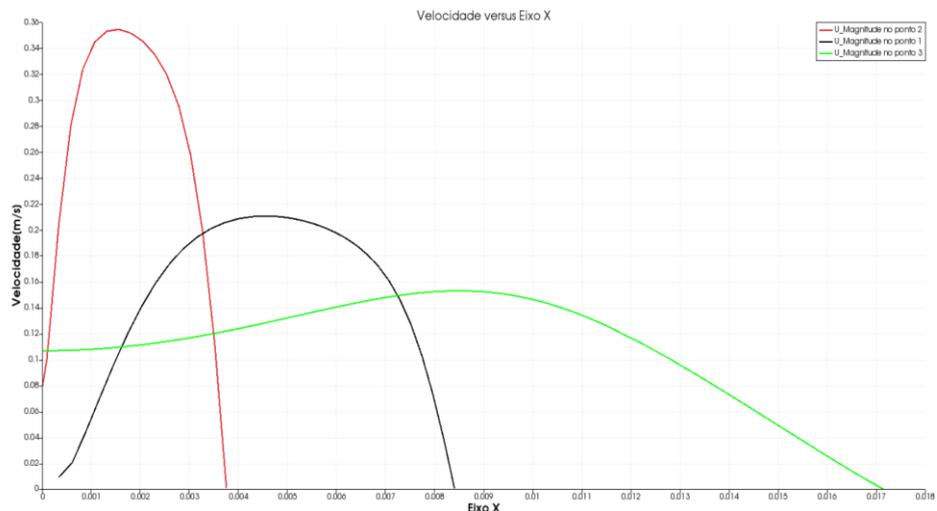


Fonte: Autoria própria (2020)

A figura 6, representa o perfil de velocidade analisado para 3 pontos distintos dentro do cone, na entrada e saída do flutuador, onde podemos analisar que a velocidade tem um pico na região anelar entre a área de maior diâmetro do flutuador e a parede do cone.

A linha preta representa a região de entrada do flutuador, a linha vermelha a região anelar e a linha verde a região após o fluido ter passado pelo flutuador.

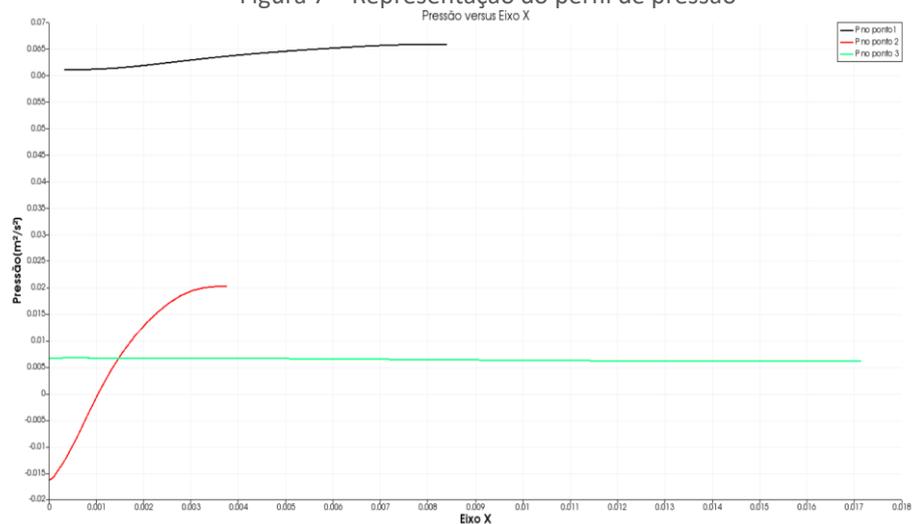
Figura 6 – Representação da velocidade



Fonte: Autoria própria (2020).

A figura 7 representa o perfil de pressão ao longo do escoamento, similar ao que foi medido na velocidade, podemos observar que a pressão não apresenta uma grande variação somente sofrendo um pico de oscilação na região do flutuador.

Figura 7 – Representação do perfil de pressão



Fonte: Autoria própria (2020).

A figura 8, representa a vazão ao longo de posições escolhidas e aplicadas ao conceito de equilíbrio no qual rege o dispositivo rotâmetro, nota-se que o aumento da área anelar, o rotâmetro tende a posições superiores, o que acarreta a representação de vazões maiores. Os fatores que têm uma grande influência sobre a vazão, são a geometria do flutuador, a conicidade do tubo e a viscosidade do fluido.

Figura 8 – Representação da vazão



Fonte: A autoria própria (2020).

CONCLUSÕES

Por fim o trabalho desenvolvido torou se possível uma melhor compreensão aos efeitos da mecânica dos fluidos dentro do problema definido, fatores que influenciam o fenômeno físico. Um melhor entendimento a respeito da simulação numérica computacional e métodos numéricos.

Vale ressaltar que o presente trabalho teve uma finalidade estritamente acadêmica uma vez que visou o aprendizado e aplicações de ferramentas computacional voltada a um problema na engenharia, no entanto possa servir de base para trabalhos futuros que visem uma melhor compreensão e um melhor detalhamento dos fenômenos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, GILMAR DUTRA LEITE DO, ET AL. **Modelagem do Escoamento Monofásico em Bomba Centrífuga Submersa Operando com Fluidos Viscosos**, 2007.
- GONÇALVES, NELSON DANIEL FERREIRA ET AL. **Método dos Volumes Finitos em Malhas não estruturadas**. 2007.
- GEMÜ GROUP. **Catálogo de Rotâmetros de Plástico Modelo GEMU 850**, 2020. Disponível em: <https://www.gemu-group.com>. Acesso em: 24 jul.2020
- OpenCFD. **Guia de usuário software OpenFoam**, 2018. Disponível em: <https://www.openfoam.com/documentation/user-guide/boundaries.php>. Acesso em: 23 jul. 2020.
- SCHNEIDER, FÁBIO ALENCAR; MALISKA, CLOVIS RAIMUNDO. **Uma Formulação em Volumes Finitos Usando Malhas não Estruturadas. VIII ENCIT-Encontro Nacional de Ciências Térmicas**,2000. Disponível em : http://www.geste.mecanica.ufrgs.br/pss/medterm/vazao_mt.pdf Acesso em: 01 jul.2020
- TÉRMICAS-ENG03108, MEDIÇÕES; SCHNEIDER, PAULO. **Medição de Velocidade e Vazão em Fluidos**. 2003.