

Determinação dos campos de velocidade e pressão no interior de um tubo utilizando o software OpenFOAM

Beatriz Faga / Lorena Alves Vicente
19150627 / 19250536

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é simular e avaliar a distribuição dos campos de velocidade e pressão através de um tubo de diâmetro $D = 1$ mm e comprimento $L = 100$ mm. Considerou-se o escoamento de água no interior do tubo, adotando o mesmo como laminar e isotérmico, com Reynolds 1000 e temperatura do fluido a 20°C .

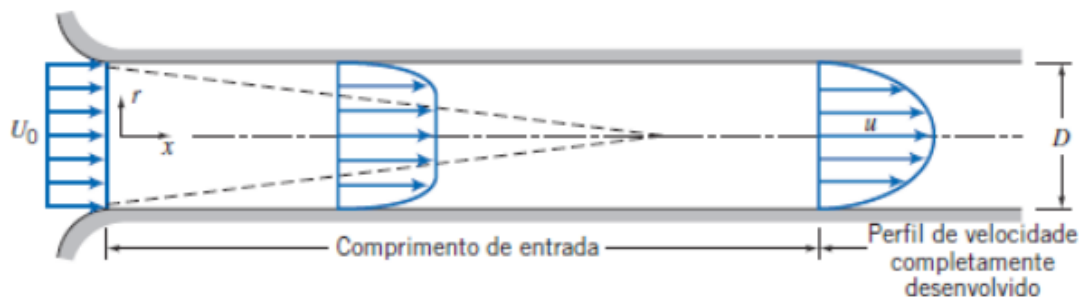


Figura 1: Ilustração do problema (Fox, 2010).

Com base no valor de Reynolds fornecido e na viscosidade da água a 20°C , obteve-se as condições de contorno necessárias para implementar o problema no software OpenFOAM, calculados através do arquivo *paramDict* criado justamente para definir as condições iniciais e de configurações de malha e tempo de simulação.

2. METODOLOGIA

É de conhecimento geral que o software OpenFOAM utiliza o método de volumes finitos para discretizar as equações governantes. Para o problema em questão, adotou-se o solver *simpleFoam*, aplicável para problemas permanentes, incompressíveis e turbulentos, utilizando o algoritmo iterativo SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations).

Neste método as equações que definem o sistema são resolvidas sequencialmente, onde a solução das equações anteriores são anexadas as seguintes e assim sucessivamente. O primeiro passo é definir as condições de contorno, seguido do cálculo dos gradientes de pressão e velocidade. Na sequência resolve-se a equação da quantidade de movimento discretizada para determinar o campo de velocidade intermediário.

Feito isso, calcula-se os fluxos de massa não corrigidos nas faces, e a equação da correção de pressão. Com a correção de pressão, atualiza-se o campo de pressão e os fluxos de massa e por fim atualiza-se a velocidade das células.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a distribuição dos campos de velocidade e pressão, utilizou-se os pontos no meio da malha, ou seja, a $0,05$ m da origem. O perfil de velocidade foi analisado, paralelo ao eixo Z , conforme a Figura 2, já a distribuição de pressão, extraída ao longo do eixo axial do tubo.

A malha utilizada para os resultados apresentados possuía 50 divisões ao longo de x , 10 ao longo de y e z , resultando em 5 mil volumes.

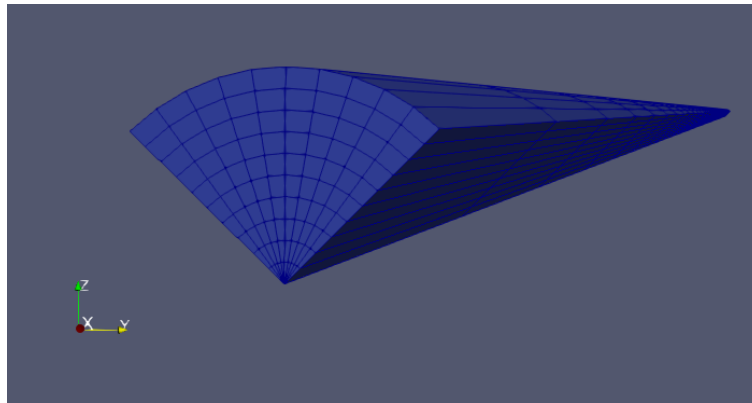


Figura 3: Malha proposta (Arquivo próprio, 2022).

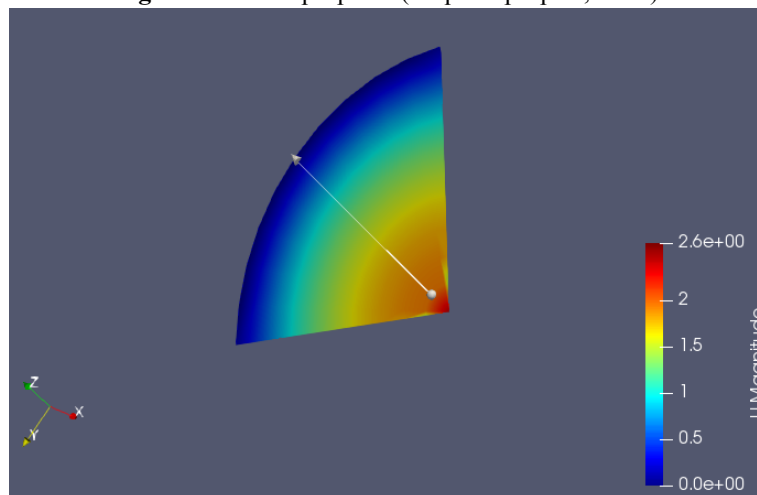


Figura 3: Ilustração do problema (Arquivo próprio, 2022).

Com base nessa configuração, realizou-se a análise do perfil de velocidade do escoamento, ilustrado na Figura 4. Observa-se que o perfil é muito semelhante ao apresentado por Fox, conforme a Figura 1. É importante ressaltar que a malha gerada para as simulações é apenas $\frac{1}{4}$ do cilindro, utilizado para economizar tempo computacional, visto que o problema é simétrico e por tanto a distribuição de velocidade se espelha ao longo do eixo Z.

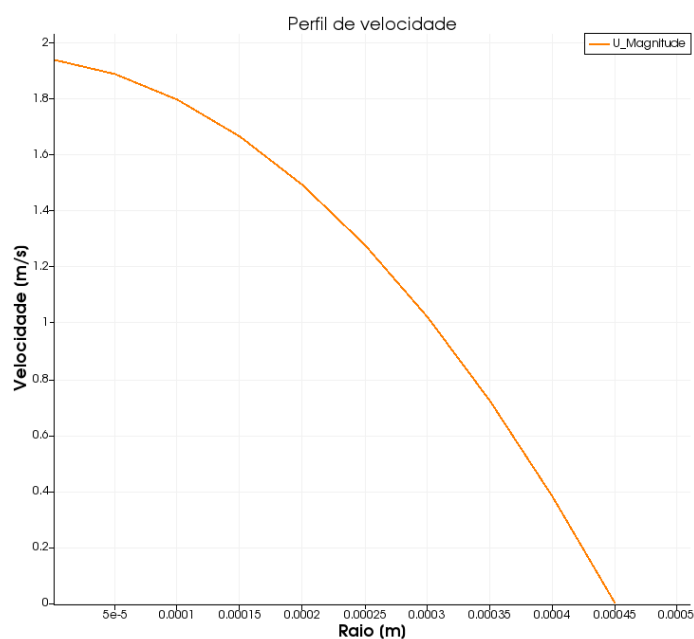


Figura 4: Perfil de velocidade ao longo da distância radial do tubo. (Arquivo próprio, 2022).

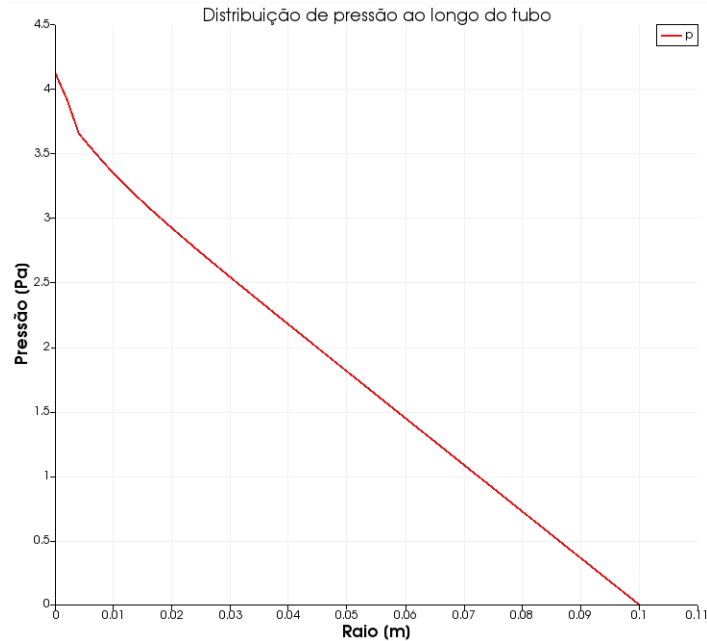


Figura 4: Distribuição de pressão ao longo da distância axial do tubo. (Arquivo próprio, 2022).

No que diz respeito ao refino de malha, fez-se o teste com uma malha mais grossa antes da malha proposta, com 250 células (10 ao longo de x, 5 ao longo de y e z). Os resultados mostraram que nesse caso, a malha já não atende os requisitos para representar resultados satisfatórios, pois há alguns erros próximo à origem, conforme as Figuras 5 e 6.

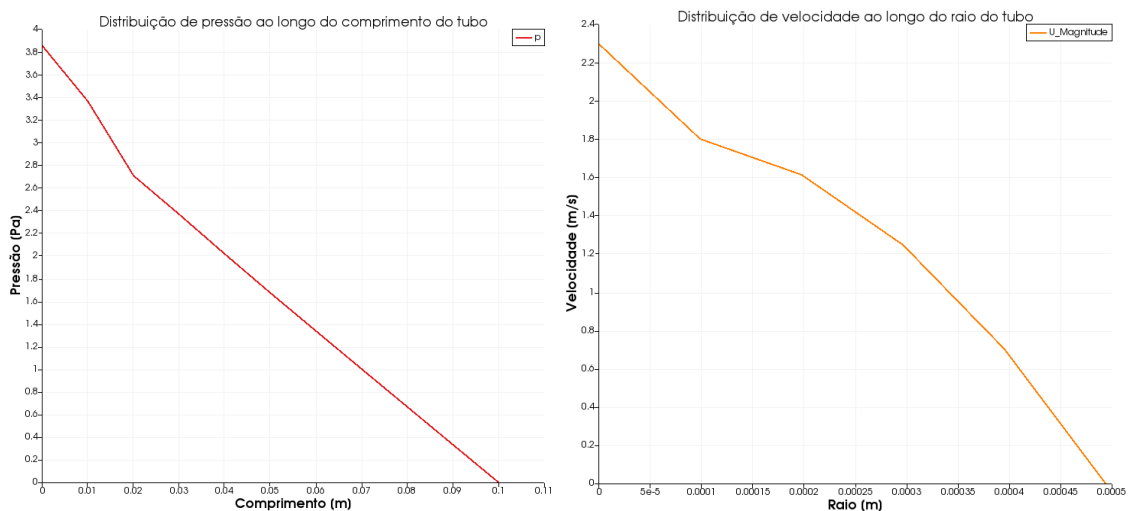


Figura 4: Distribuição de pressão e velocidade no tubo. (Arquivo próprio, 2022).

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o solver simpleFoam, apesar de ter sido desenvolvido para análises turbulentas, satisfaz as condições de escoamento laminar. Observou-se que para o caso em questão é necessário um refino de malha relativamente alto para capturar corretamente a distribuição de velocidade e pressão ao longo da malha.

Referências

[1] Fox, R. W., McDonald, A. T., Pritchard, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. Minas Gerais: LTC. 2010.