

## AVALIAÇÃO DA PERDA DE CARGA EM DUTO DE PVC 1/2" POR MEIO DE EXPERIMENTAÇÃO FÍSICA E CFD

<sup>1</sup>Diogo Rayzer

<sup>2</sup>Lucas Nicoletti

<sup>3</sup>Joao Vitor Schuppel

Evandro Balestrin

### Resumo

A Fluidodinâmica Computacional é a área do conhecimento que trata da simulação numérica de escoamentos de fluidos. Foi realizada a análise em laboratório que abordou a investigação do escoamento de fluidos em dutos utilizando métodos experimentais e simulações de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) com o software Fluent da Ansys, versão Student, com ênfase na perda de carga, uma das principais variáveis que influenciam a eficiência de sistemas de transporte de fluidos. A diferença entre os métodos experimentais e a simulação foi de 29,78%. O modelo CFD mostrou-se impreciso para calcular a perda de carga em tubo de 1/2" liso. Deste modo, é preciso aprofundar as configurações do software e a análise dos dados experimentais para validar o modelo CFD.

### 1 INTRODUÇÃO

O estudo do escoamento de fluidos em dutos é essencial para diversas aplicações industriais e científicas, abrangendo setores como engenharia química, mecânica e civil. Os fluidos transportados, sejam líquidos ou gases, desempenham um papel crucial no funcionamento de sistemas de distribuição de água, petróleo, gás natural e em processos industriais, onde a eficiência e o controle do transporte influenciam diretamente no desempenho e nos custos operacionais.

Neste trabalho, foi desenvolvido um experimento em um laboratório próprio, utilizando uma estrutura de tubulações lisas de 1/2 polegada. O sistema experimental incluiu componentes como válvulas, conexões e bombas para controle e monitoramento das condições do escoamento, permitindo simular situações reais de transporte de fluidos, analisando fenômenos como perda de carga, regimes de escoamento (laminar e turbulento), e os efeitos da rugosidade interna dos dutos.

O escoamento em dutos é regido por princípios fundamentais da mecânica dos fluidos, como a equação de Bernoulli e a equação de Darcy-Weisbach, além do número de Reynolds, que define o regime de escoamento (PEREIRA 2017).

A Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) é uma ferramenta poderosa para a análise e simulação de escoamentos de fluidos, permitindo prever o comportamento de líquidos e gases em diversas condições e geometrias. Por meio de métodos numéricos, como o dos volumes finitos, o CFD resolve as equações de Navier-Stokes, que governam o movimento dos fluidos, considerando variáveis como pressão, velocidade e temperatura. Utilizando softwares especializados, como o Ansys Fluent Student, é possível modelar fenômenos complexos, como a turbulência (LORENZO et al 2024).

Essa abordagem complementa os estudos experimentais, reduzindo custos e tempo necessários para testar protótipos físicos e possibilitando análises em condições extremas ou de difícil reprodução prática.

A validação do modelo matemático implementado no software foi um passo essencial para garantir a confiabilidade dos resultados simulados. O processo envolveu a comparação direta entre os dados experimentais obtidos e as previsões numéricas do modelo. A validação focou, principalmente, na perda de carga ao longo do duto, uma métrica chave para avaliar a precisão do modelo em representar o escoamento real.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### MATERIAIS E MÉTODOS



O experimento foi conduzido para determinar a perda de carga em uma tubulação lisa de 1/2 polegada (diâmetro interno de 0,0127 m) utilizando um sistema experimental composto por um tanque de volume  $8,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Três medições de perda de carga foram realizadas sob condições controladas, e os dados obtidos foram analisados para avaliar a consistência e o comportamento do sistema.

Foi instalado um manômetro diferencial em U conectada à tubulação de 1/2 polegada ligadas por uma mangueira, com o objetivo de visualizar a perda de carga a partir da diferença de alturas da coluna.

A vazão é igual a velocidade do escoamento vezes a área da seção. Dividindo a vazão pela área foi encontrada a velocidade do fluido de 4,31 m/s.

#### CONFIGURAÇÕES DO SOFTWARE

Para a realização da simulação foi utilizado o software Fluent - Ansys versão Student. A simulação foi dividido em três etapas de pré processamento: geração da geometria da tubulação de 1,35 metros de comprimento e 1/2" de diâmetro (Imagem 1); malha numérica (Imagem 2); definição das condições de contorno (configurações do caso como o regime estacionário, velocidade de entrada de 4,31 m/s (baseada na experimental), condição de saída "outflow" e a condição da parede "no slip").

A simulação foi realizada até atingir o critério de convergência de  $10^{-3}$ .

#### RESULTADOS

Com os dados experimentais, a perda de carga deu-se pela medida da diferença de pressão em um manômetro diferencial em U. Foi realizado a média das triplicatas e esse valor convertido da unidade da perda de carga (cm H<sub>2</sub>O) para unidade no SI. Obteve-se perda de carga nessa tubulação de 60,96KPa.

Os métodos de soluções numéricas e o modelo matemático são baseado nas equações de Navier Stokes. Os resultado de perda de carga obtidos pela simulação foi de 18,158 KPa.

### 3 CONCLUSÃO

Após os experimentos práticos realizados em laboratório (em triplicata) e os simulados (Ansys - Fluent, versão Student), não foi possível validar o modelo matemático, visto que os resultados da perda de carga encontrados demonstraram diferenças significativas de 29,78%, que podem ser explicados por erros práticos, limitação da malha do software que não ultrapassa 500.000 elementos e o critério de convergência utilizado ( $1 \cdot 10^{-3}$ ).

Para alcançar resultados próximos da realidade, recomenda-se a utilização de outro software com maior número de malhas e menor critério de convergência. Abrindo margem para que outras configurações não testadas aqui sejam estudadas, de modo a aprimorar a utilização de modelos numéricos em CFD e diminuir a variação dos resultados experimentais com os obtivos via computação.

### REFERÊNCIAS

PEREIRA, Marcos Tadeu. Prof. Marcos Tadeu - aulas 3 e 4. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3042090/mod\\_resource/content/2/Prof.%20Marcos%20Tadeu%20-%20aulas%203%20e%204.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3042090/mod_resource/content/2/Prof.%20Marcos%20Tadeu%20-%20aulas%203%20e%204.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2024.

LORENZO, Javier et all. O que são CFDS?. Disponível em: <<https://www.rankia.pt/cfds/o-que-sao-cfds/>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Sobre o(s) autor(es)

Alunos do curso de graduação em Engenharia Química, Unoesc Videira.

<sup>1</sup>rayzerdiogo554@gmail.com

<sup>2</sup>nicolettilucas210@gmail.com

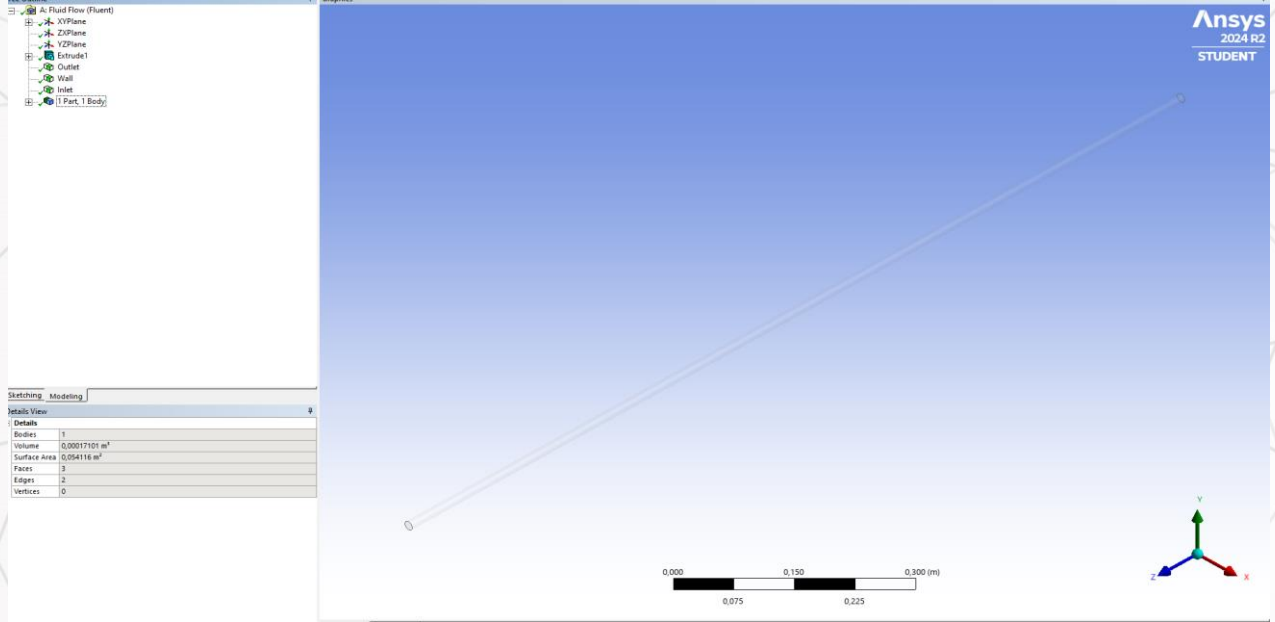
<sup>3</sup>joaovitorschuppel@hotmail.com

Tabela 1 - Dados experimentais

Experimentos	Vazão (m³/s)	Perda de carga (KPa)
1	5,467 *10 <sup>-4</sup>	59,819
2	5,467 *10 <sup>-4</sup>	61,780
3	5,467 *10 <sup>-4</sup>	61,289

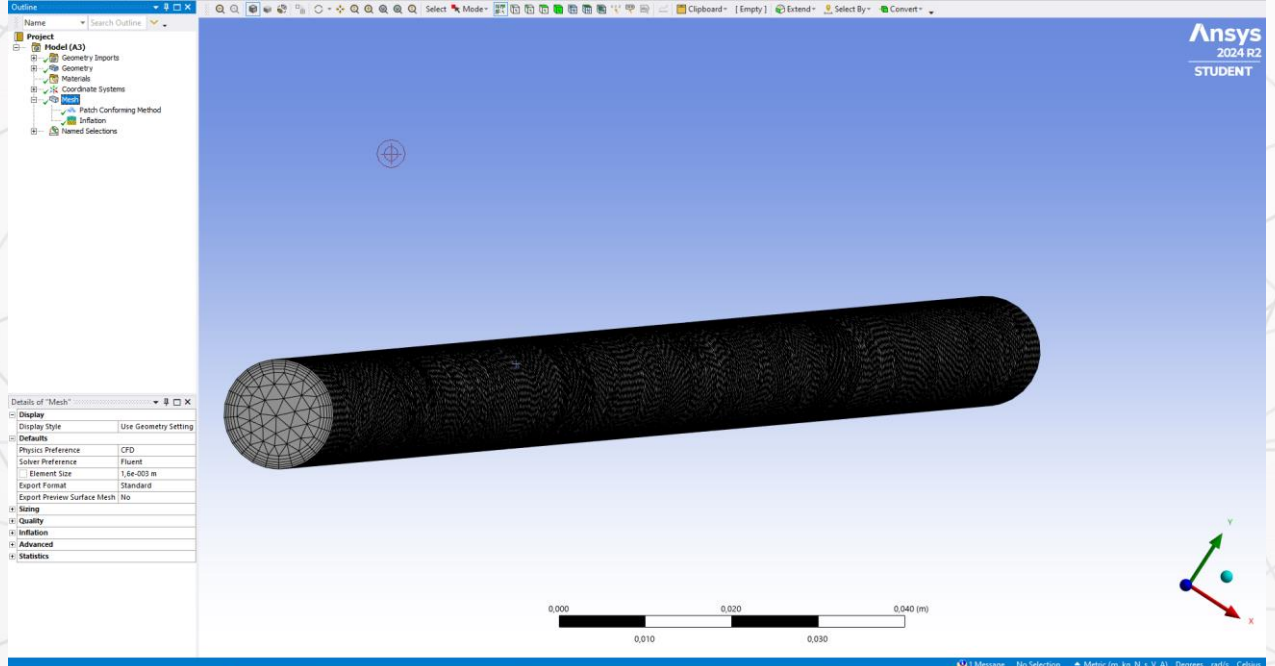
Fonte: Aula prática

Imagem 1 - Geometria



Fonte: Workbench - Ansys

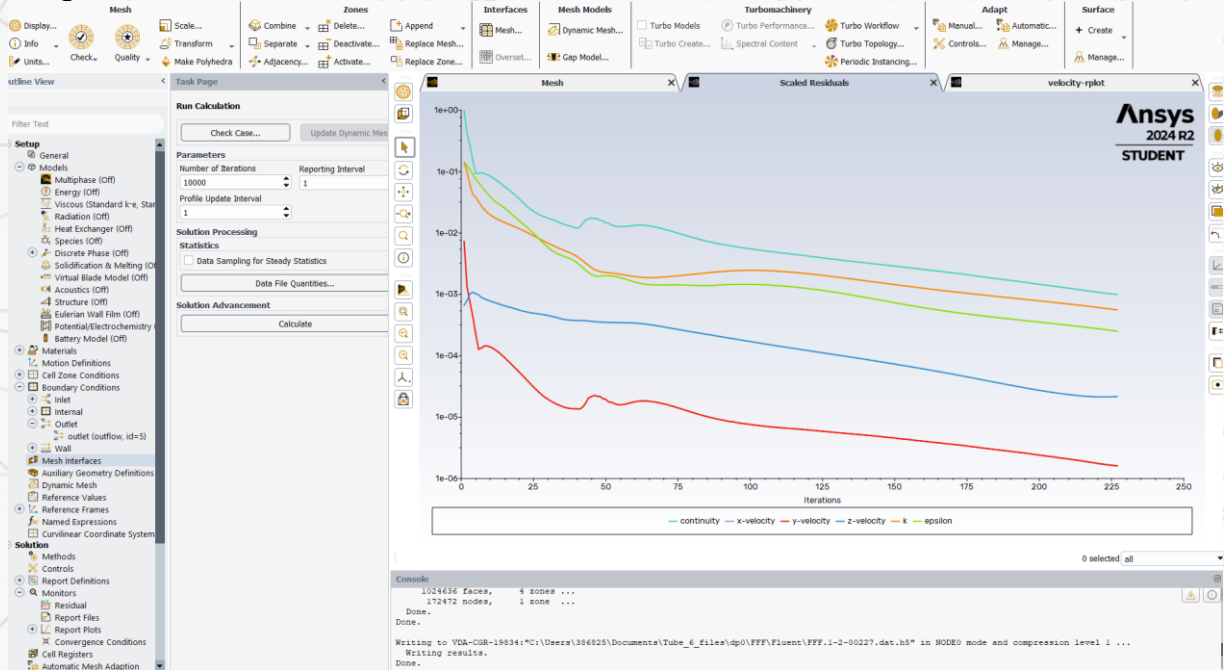
Imagem 2 - Malha numérica



Fonte: Workbench - Ansys

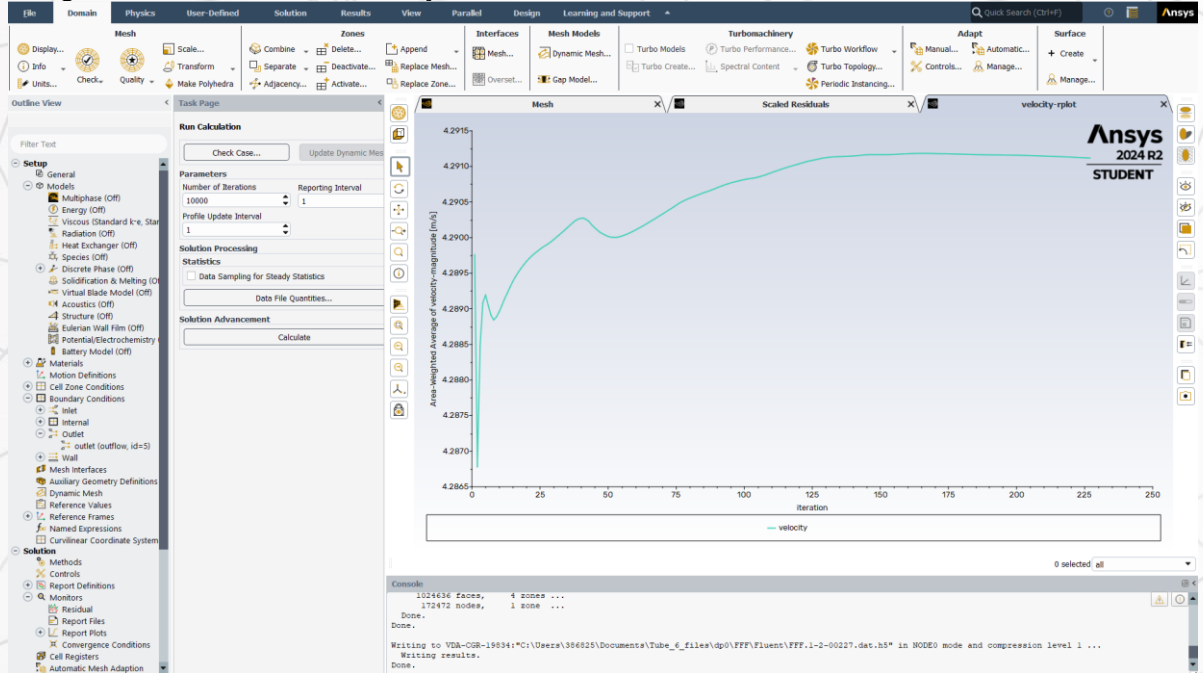


Imagem 3 - Gráfico "Scale Residuals"



Fonte: Workbench - Ansys

Imagem 4 - Velocidade x Interações



Fonte: Workbench - Ansys

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem