

Relatório dinâmica dos fluidos.

Isaac Moura de Alencar 17/0059171

Dezembro 2020

1 Introdução

Foi feito uma simulação CFX no programa ANSYS e um estudo paramétrico de tamanho de elemento de malha para aferir se a perda de carga de 2 Pa em uma instalação de bombeamento com tubulação de 1 metro de comprimento e 40 mm de diâmetro.

2 Metodologia

O CFD foi escolhido para a resolução deste problema pois o mesmo permite simular a situação descrita no mesmo sem precisar reproduzir o cenário descrito na vida real, nas palavras de White: "A grande mudança durante a última década foi que os engenheiros, em vez de programar arduamente os problemas de CFD eles próprios, podem agora tirar proveito de algum dos diversos códigos comerciais de CFD. Esses pacotes de software abrangentes possibilitam aos engenheiros construir uma geometria e condições de contorno para simular um dado problema de escoamento viscoso. O software faz então a malha da região de escoamento e procura calcular as propriedades em cada elemento da malha. A conveniência é grande; o perigo também é grande. Ou seja, os cálculos não são meramente automáticos, como quando se usa uma calculadora de mão, mas antes requerem cuidado e atenção do usuário. Convergência e precisão são problemas reais para o encarregado da modelagem"[1]

3 Materiais e Métodos

3.1 Hipóteses de simplificação adotadas

O escoamento será considerado laminar devido às características do fluido e do tubo. A geometria do tubo é considerada simples, possibilitando a criação de uma malha boa e fiel para análise e simulação, porém, não complexa demais para a demanda do problema. O problema considera regime permanente. Trocas de calor não serão consideradas

3.2 Especificações do computador utilizado

Processador Intel® Core™ i5-4440 CPU @ 3.10 GHz 3.10 GHz. Memória instalada 8,0 GB. Placa de vídeo Nvidia GTX 1050 TI. Sistema operacional: Windows 10 home.

3.3 Geometria

A imagem [1](#) mostra a geometria obtida:

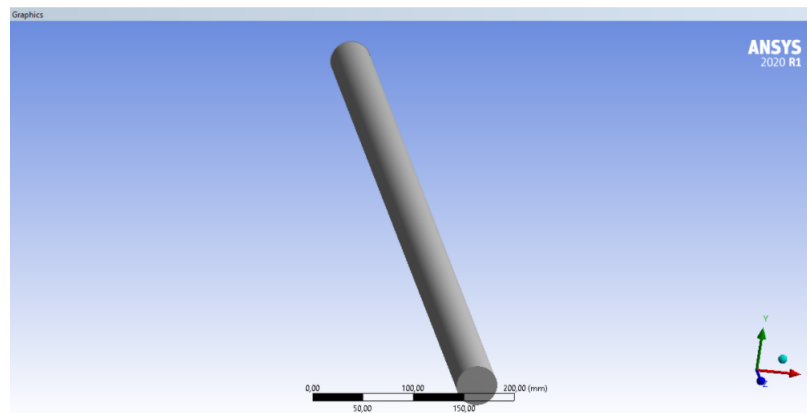


Figura 1: Geometria
Fonte: (Autor, 2020.)

3.4 Malha obtida:

Devido a simplicidade da geometria e a simplicidade do problema a malha utilizada foi a gerada automaticamente pelo programa (hexaédrica simples e estruturada), visto que ela possui bons valores de “Skewness” e de qualidade ortogonal como as imagens [2](#) [3](#) [4](#) [5](#).

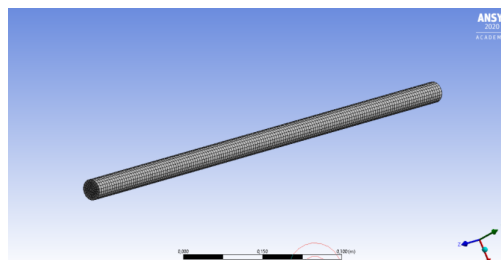


Figura 2: Malha
Fonte: (Autor, 2020.)

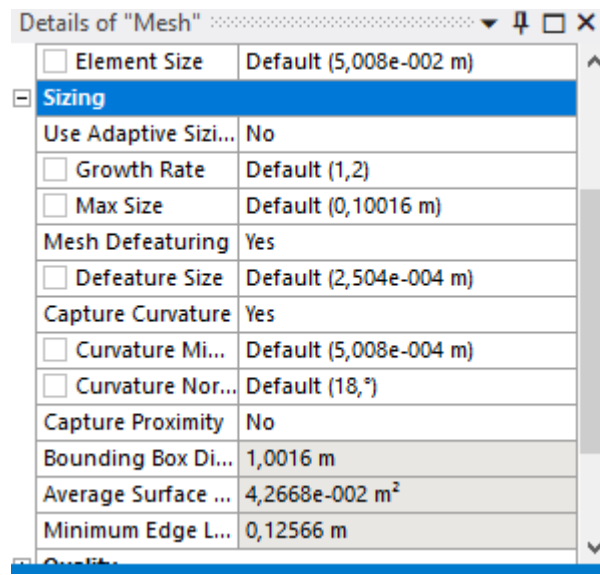


Figura 3: Mesh
Fonte: (Autor, 2020.)

Check mesh Quality	yes, Errors
<input type="checkbox"/> Target Skewness	Default (0.900000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Skewness
<input type="checkbox"/> Min	7,0459e-002
<input type="checkbox"/> Max	0,47313
<input type="checkbox"/> Average	0,2149
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	9,305e-002

Figura 4: Skewness
Fonte: (Autor, 2020.)

Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
<input type="checkbox"/> Target Skewness	Default (0.900000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Orthogonal Quality
<input type="checkbox"/> Min	0,82069
<input type="checkbox"/> Max	0,99615
<input checked="" type="checkbox"/> Average	0,96372
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	4,0262e-002

Figura 5: Qualidade ortogonal
Fonte: (Autor, 2020.)

3.5 Condições de contorno utilizadas

Utilizou-se da vazão mássica calculada a partir da vazão volumétrica dada no problema como condição de contorno tanto na entrada quanto na saída da tubulação.

4 Resultados e análise

4.0.1 Histórico de convergência

Como pode ser observado na imagem 6 todas as curvas seguem para baixo indicando convergência de resultados.

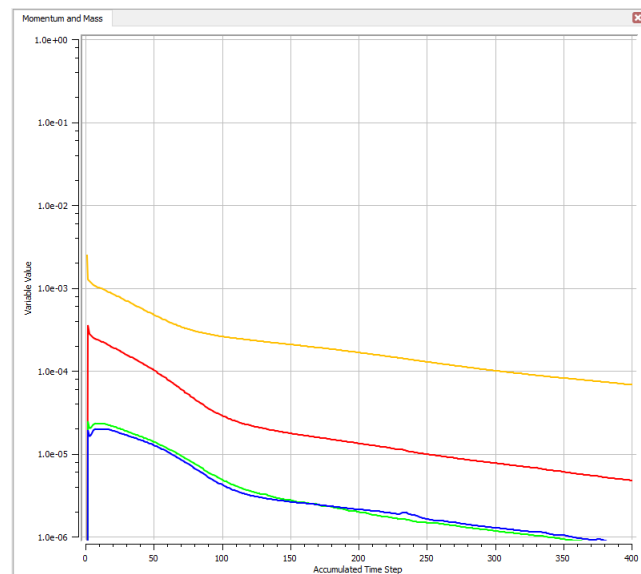


Figura 6: Histórico de convergencia
Fonte: (Autor, 2020.)

4.0.2 Vetor velocidade ao longo do escoamento

Nota-se ao observar nas imagens 7 8 que os vetores na saída do tubo formam quase uma parábola, o que é o esperado de um escoamento plenamente desenvolvido pois as partículas mais próximas da parede são desaceleradas pela parede.

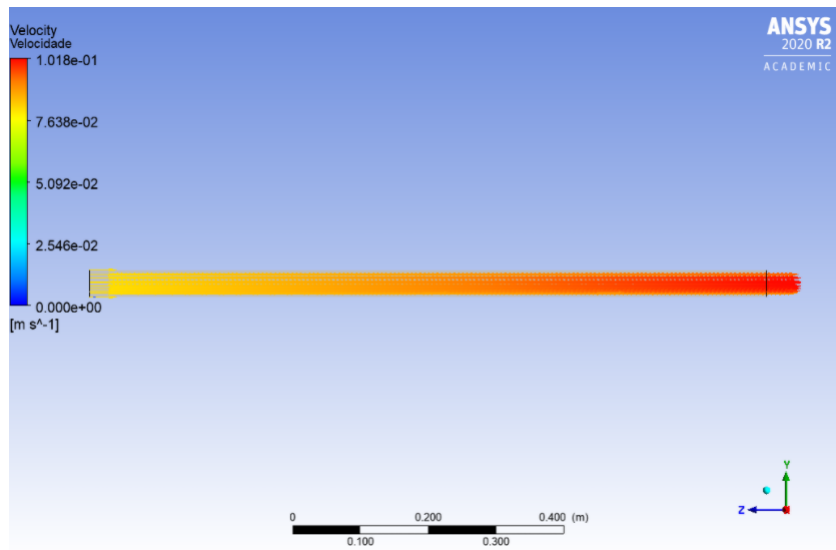


Figura 7: Vetor velocidade
 Fonte: (Autor, 2020.)

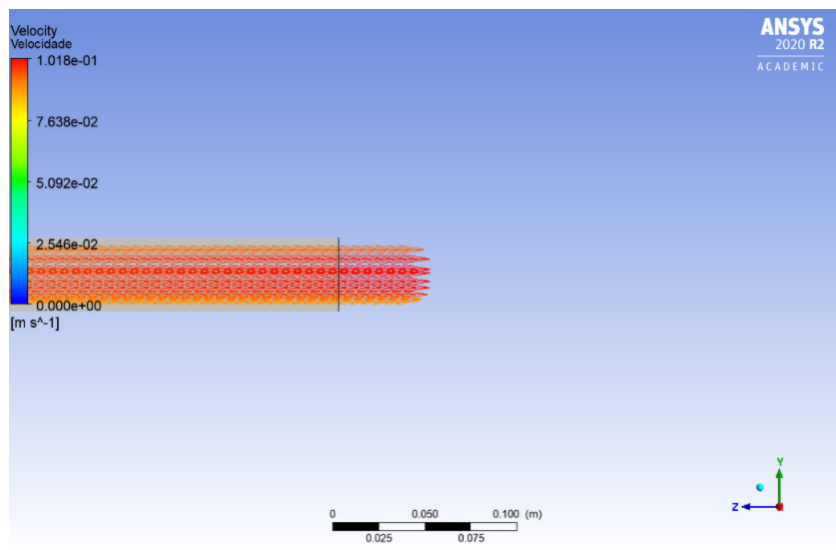


Figura 8: Zoom vetor velocidade
 Fonte: (Autor, 2020.)

4.0.3 Distribuição de velocidade:

Nota-se ao observar a imagem 9 que até a marca de 0,5m a distribuição de velocidade é relativamente uniforme, e que após essa marca nota-se que o fluido no centro acelera enquanto o fluido próximo das paredes fica mais lento, caracterizando um escoamento plenamente desenvolvido.

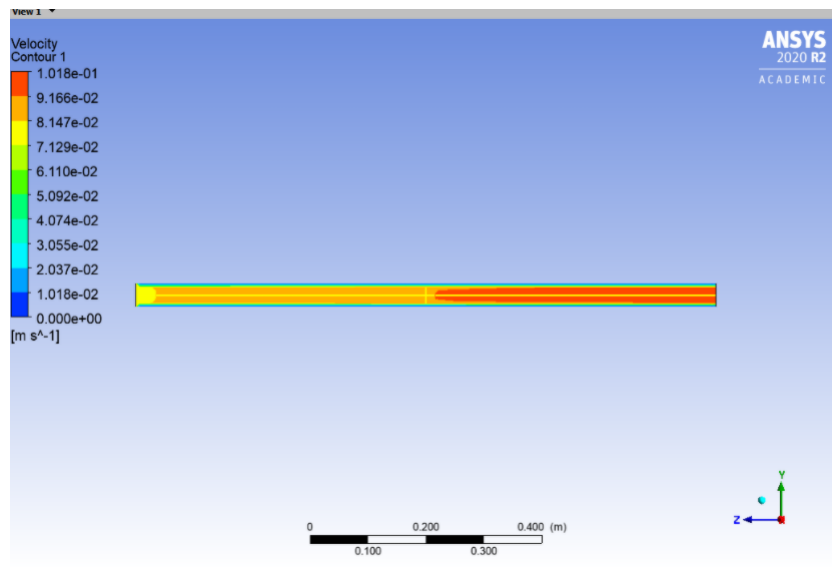


Figura 9: Distribuição de velocidade
 Fonte: (Autor, 2020.)

4.0.4 Pressão ao longo do escoamento e perda de carga

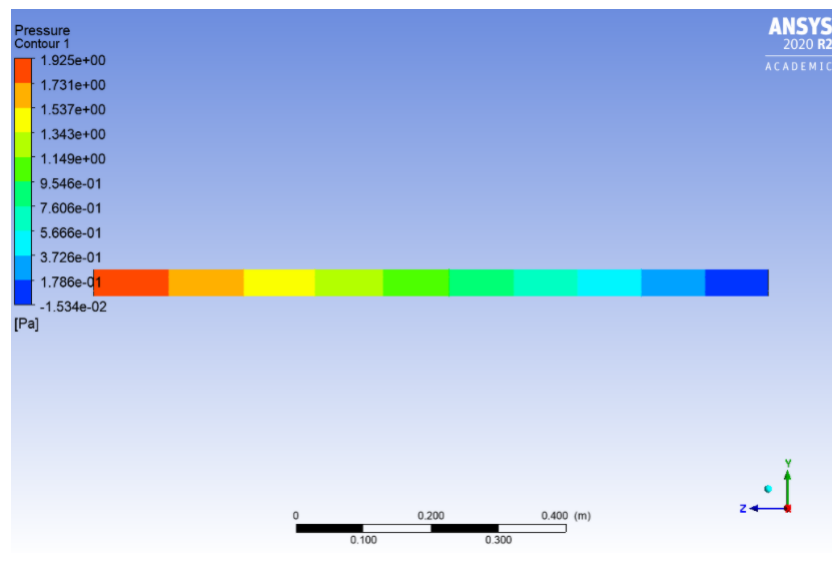


Figura 10: Distribuição de pressão
 Fonte: (Autor, 2020.)

Nota-se ao observar a imagem 10 que diferentemente do esperado a perda de carga foi de 3.459 Pa, o que a princípio seria, contudo, a escala do domínio desta representação é global, logo essas pressões podem não necessariamente representar a pressão na entrada e na saída da tubulação.

Diferentemente da representação anterior, na figura 11 foi obtido um resultado que possivelmente valida a hipótese sugerida no início do problema, com uma perda de carga de 1,9 (muito mais próximo de 2Pa que 3.459). Tal discrepância pode ser explicada pelo gráfico possuir resultados mais locais enquanto o contorno utiliza de resultados mais globais. Por consequência o gráfico possui o resultado mais preciso e esse será o utilizado na análise.

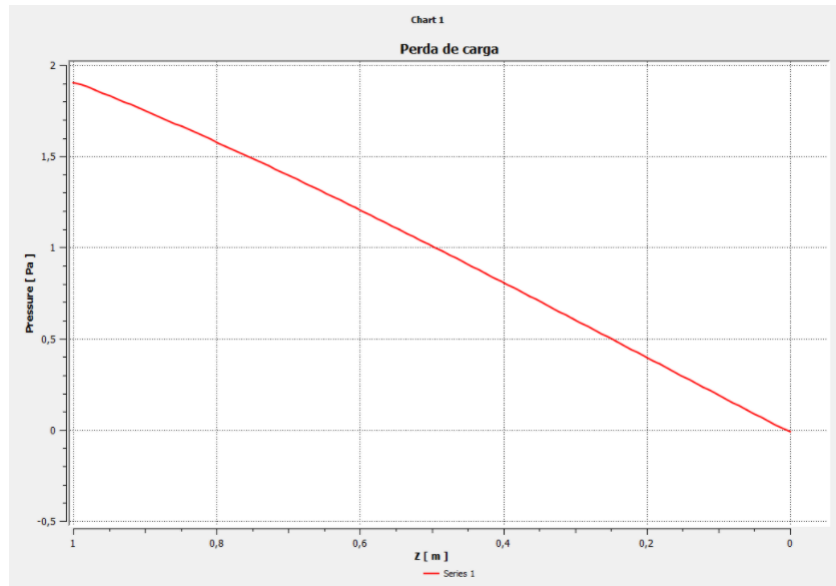


Figura 11: Perda de carga
Fonte: (Autor, 2020.)

4.0.5 Perfil de velocidade

O gráfico da figura 12 mostra o que foi relatado e demonstrado nas anteriores, velocidades mais baixas conforme se aproxima das paredes e mais rápidas no centro formando uma parábola.

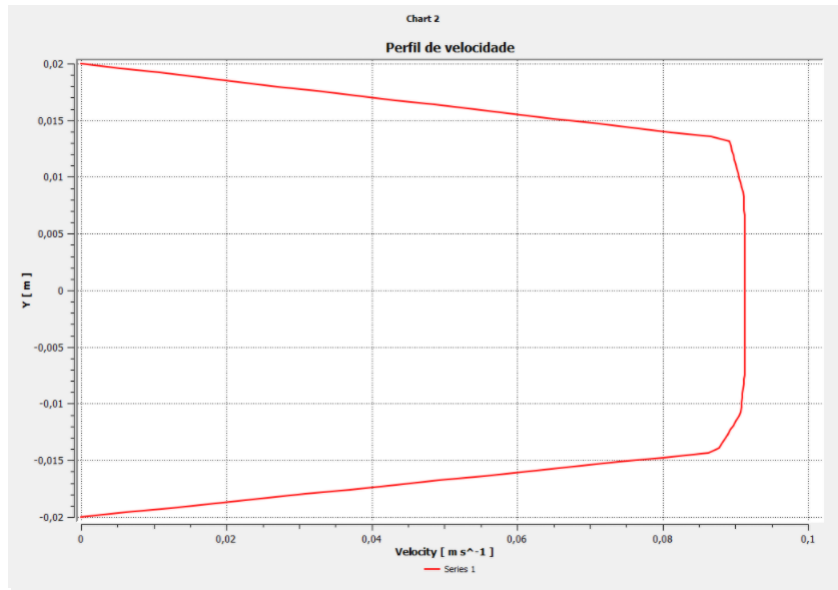


Figura 12: Gráfico de velocidade
Fonte: (Autor, 2020.)

4.0.6 Estudo paramétrico

Para realização do estudo com parâmetro utilizou-se das condições de contorno com melhores resultados (input e output com vazão mássica). Os tamanhos de elemento de malha utilizados foram respectivamente 5 valores igualmente espaçados entre 30mm e 70mm de tamanho de elemento de malha, assim como de 2 valores significativamente distante destes 5 para contraste de respectivamente 5mm e 150mm. Os resultados obtidos quanto a qualidade de malha e perda de carga são descritos na seguinte tabela onde pode ser observado a qualidade da malha variou pouco nos intervalos de 30mm a 70mm, e também não variou com um tamanho muito grande(150mm), mas quando foi reduzida a 5mm a qualidade ortogonal da malha caiu para um valor muito baixo, enquanto o “skewness” se manteve próximo do que era anteriormente. Tal mudança na qualidade da malha foi refletida no resultado obtido para perda de carga.

Element size: ▾	Qualidade ortogonal mínimo: ▾	Skewness máximo ▾	Perda de carga(Pa): ▾
30 mm	0,803	0,473	1,9
40 mm	0,821	0,473	1,9
50 mm (padrao)	0,821	0,473	1,9
60 mm	0,821	0,473	1,9
70 mm	0,82	0,474	1,9
5mm	0,684	0,423	2,6
150mm	0,821	0,473	1,9

Figura 13: Tabela estudo parametrico
Fonte: (Autor, 2020.)

5 Conclusões

A partir da análise dos resultados obtidos pode ser concluído que a perda de carga relatada é normal para a instalação especificada, assim como que para este problema o tamanho do elemento de malha e de baixo impacto a menos que o mesmo possua tamanho muito pequeno.

Referências

- [1] Frank M. White. *Mecânica dos fluidos*.