

A bibliografia básica é disponibilizada na página www.escoladavida.eng.br, bem como a bibliografia complementar.

Critério de avaliação adotado:

$$A = \text{fator} \times M_{\text{provas}}$$

$$M_{\text{provas}} = \frac{P1 + P2}{2}$$

$$M_{\text{lab}} = \frac{P_{1L} + P_{2L}}{2} \rightarrow \text{n\~{o} existe substitutiva para as provas de lab}$$

$$M_{\text{lab}} \geq 7,0 \Rightarrow \text{fator} = 1,2$$

$$M_{\text{lab}} \leq 4,0 \Rightarrow \text{fator} = 0,9$$

$$4 < M_{\text{lab}} < 7 \Rightarrow \text{fator} = 0,1 \times M_{\text{lab}} + 0,5$$

O objetivo principal do curso de mecânica dos fluidos para engenharia química é o desenvolvimento de projetos de bombeamento.

Para viabilizar a compreensão e estudos referentes aos projetos de instalações de bombeamento evoco alguns conceitos de mecânica dos fluidos básica.

Começo com o conceito de vazão em volume, ou seja, o volume por unidade de tempo. Outra maneira de definir a vazão em volume seria multiplicando a velocidade média do escoamento pela área da seção formada pelo fluido (equação 1).

$$Q = \frac{V}{t} = v \times A \quad \text{equação 1}$$

Q = vazão em volume

V = volume

t = tempo

v = velocidade média do escoamento

A = área da seção formada pelo fluido

Outro conceito básico que evoco é a carga total mecânica em uma seção do escoamento incompressível em regime permanente.

Lembrando que considera-se o escoamento como incompressível quando a massa específica do fluido que escoar tem variação desprezível.

Já a consideração do escoamento em regime permanente garante que o tempo não é uma das variáveis do estudo e isto simplifica a sua representação matemática já que as grandezas consideradas na seção do escoamento permanecem constantes com o passar do tempo e havendo nível de reservatório este permanece constante.

Com as considerações anteriores, pode-se determinar a carga total em uma seção do escoamento incompressível e em regime permanente (equação 2).

$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{y \times \alpha \times v^2}{2g} \quad \text{equação 2}$$

H = carga total

y = binário, sendo igual a 1,0 para seção de tubo e igual a zero para nível de reservatório

Z = carga potencial de posição

$\frac{p}{\gamma}$ = carga de pressão

$\frac{\alpha \times v^2}{2g}$ = carga cinética

z = cota em relação a um plano horizontal de referência

p = pressão, geralmente a pressão estática, na seção considerada.

γ = peso específico do fluido

α = coeficiente de correção da carga cinética que é igual aproximadamente a 1 se o escoamento for turbulento e igual a 2 se o escoamento for laminar

g = aceleração da gravidade que na América Latina é aproximadamente igual a 9,8 m/s²

v = velocidade média do escoamento

Outra equação básica para o desenvolvimento dos projetos de bombeamento é a equação da energia para o escoamento incompressível, unidirecional e em regime permanente (equação 3).

$$H_{\text{inicial}} + H_B = H_{\text{final}} + H_{\text{ptotal}}$$

$$z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{y_i \times \alpha_i \times v_i^2}{2g} + H_B = z_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{y_f \times \alpha_f \times v_f^2}{2g} + H_{\text{ptotal}} \quad \text{equação 3}$$

H_B = carga manométrica da bomba que representa a carga que a bomba fornece ao fluido

H_{p_{total}} = perda de carga total na instalação

y = 1 para seção de tubo e y = 0 para nível de reservatório

Existem dois tipos de perda de carga, a perda de carga distribuída (h_f) e a perda de carga singular (h_s).

A perda de carga distribuída geralmente é calculada pela fórmula universal (equação 4).

$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} \quad \text{equação 4}$$

f = coeficiente de perda de carga distribuída ou coeficiente de perda de carga de Darcy Weisbach.

L = comprimento da tubulação.

D_H = diâmetro hidráulico da tubulação.

v = velocidade média de escoamento do fluido.

g = aceleração da gravidade.

Q = vazão em volume no escoamento do fluido.

A = área da seção transversal do fluido.

A perda de carga singular ou localizada pode ser calculada pela equação 5

$$h_s = K_s \times \frac{v^2}{2g} = K_s \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} \quad \text{equação 5}$$

K_s = coeficiente de perda de carga singular ou localizada.

v = velocidade média do escoamento.

g = aceleração da gravidade.

Q = vazão em volume.

A = área da transversal formada pelo fluido.

A perda de carga total é obtida através da soma das perdas de carga distribuídas com as perdas de carga singulares (equação 6).

$$H_{P_{total}} = \sum h_f + \sum h_s \quad \text{equação 6}$$

A perda de carga total pode ser representada somente pelas perdas distribuídas, para isto substituímos cada singularidade pelo seu respectivo comprimento equivalente (equação 7).

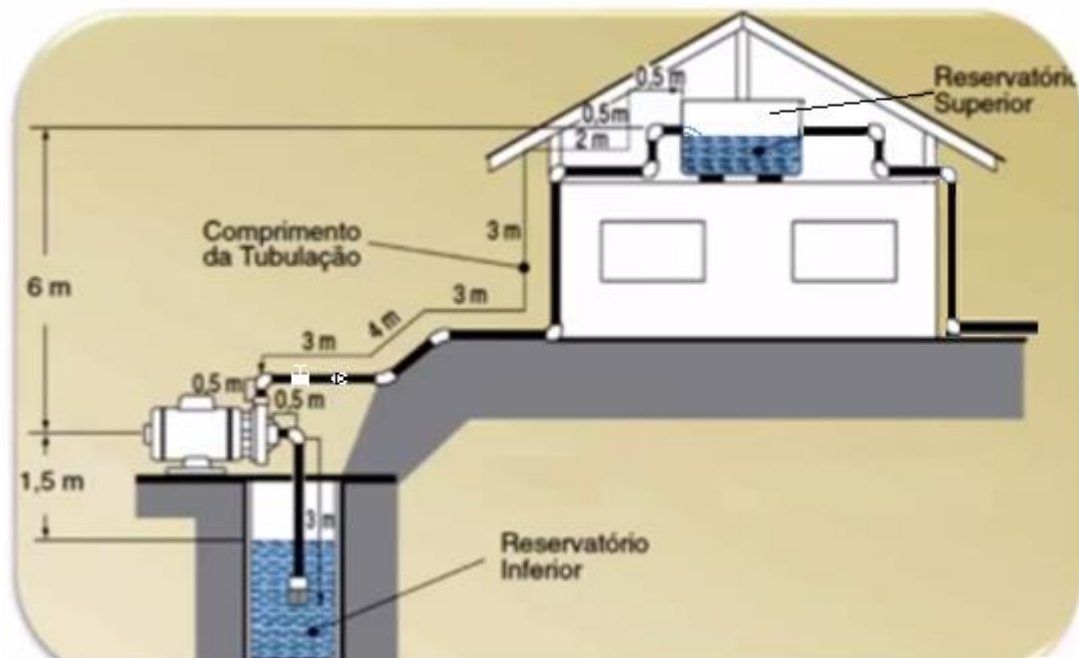
$$h_f = f \times \frac{(L + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{(L + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} \text{ equação 7}$$

Nos estudos de bombeamento é importante que saibamos relacionar a pressão absoluta e a pressão efetiva ou relativa (equação 8)

$$P_{abs} = P + P_{atm_{local}} \text{ equação 8}$$

Exemplo 1: A instalação de bombeamento abaixo é constituída de um único diâmetro de PVC, o qual foi dimensionado para atender o consumo diário de uma república de 10 estudantes que tem um consumo per capita de 200 L/dia, que deve ter sempre uma reserva de pelo menos um dia e que funciona 6 h/dia.

Dada a rugosidade relativa do PVC (K) igual a 0,06 mm.



Perguntas referentes a primeira aula

- 1) Para o enunciado qual é a vazão em volume?
- 2) Para a instalação de bombeamento considerada no exercício como você obtém a carga total na seção inicial?
- 3) Como você determina o coeficiente de perda de carga distribuída utilizado na fórmula universal?
- 4) Por que o coeficiente de carga distribuída também é denominado de coeficiente de Darcy Weisbach?
- 5) Defina o diâmetro hidráulico.
- 6) Para o exemplo como você determina o coeficiente de perda de carga distribuída e o diâmetro hidráulico?
- 7) Qual a diferença entre tubo e tubulação?
- 8) Qual o valor da perda de carga distribuída para a tubulação antes da bomba no exemplo dado?
- 9) Como determinamos o coeficiente de perda de carga singular?
- 10) Qual o valor da perda de carga singular na tubulação antes da bomba?
- 11) Para a instalação considerada a tubulação antes da bomba poderia ser denominada de outra forma? Qual seria sua nova denominação? Justifique.
- 12) Como definimos e determinamos o comprimento equivalente?
- 13) Explique as vantagens de utilização dos comprimentos equivalentes no cálculo da perda de carga.
- 14) Qual o valor da pressão na seção de entrada da bomba no exemplo 1?
- 15) Qual o valor da pressão na seção de entrada da bomba na escala absoluta no exemplo 1?



Vamos iniciar um novo semestre com a esperança de melhorar o aproveitamento do mesmo, portanto solicito que assumam o volante de sua aprendizagem.