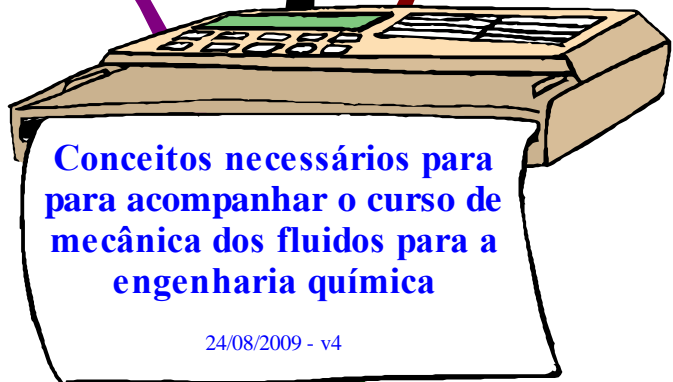


Mecânica dos Fluidos para Engenharia Química

ME5330

25/08/2008



Conceitos necessários para acompanhar o curso de mecânica dos fluidos para a engenharia química

24/08/2009 - v4

variação da viscosidade em função da temperatura

- líquidos
- gases

conceito

- pressão
- escala de pressão
 - efetiva
 - absoluta
- carga de pressão
- barômetro
- escoamento
 - incompressível
 - em regime permanente
- máquina hidráulica
 - classificação básica
- instalação de recalque
- perda de carga
 - distribuída
 - localizada ou singular
- comprimento equivalente

noção de potência e rendimento para as bombas hidráulicas

equação da energia aplicada a uma instalação básica de bombeamento

cálculo da carga total (H) em uma uma seção do escoamento incompressível e em regime permanente .

cálculo das perdas de carga

Conceito de viscosidade encontrado na bibliografia complementar: Manual de treinamento da KSB

É a propriedade física de um fluido que exprime sua resistência ao cisalhamento interno, isto é, a qualquer força que tenda a produzir o escoamento entre suas camadas. A viscosidade tem uma importante influência no fenômeno do escoamento, notadamente nas perdas de pressão dos fluidos. A magnitude do efeito, depende principalmente da temperatura e da natureza do fluido. Assim, qualquer valor indicado para a viscosidade de um fluido **deve sempre informar a temperatura**, bem como a unidade que a mesma é expressa.

Sabe-se que para o escoamento numa mesma vazão, para o mesmo trecho, o fluido mais viscoso tem uma perda de carga maior.



Líquidos:

$T \uparrow \Rightarrow \mu \downarrow$

\uparrow = aumenta

\downarrow = diminui

A viscosidade de um líquido é diretamente proporcional as forças de atração entre as suas moléculas, portanto com o aumento da temperatura o líquido se expande e isto acarreta uma diminuição das forças de atração e em consequência uma diminuição da viscosidade.

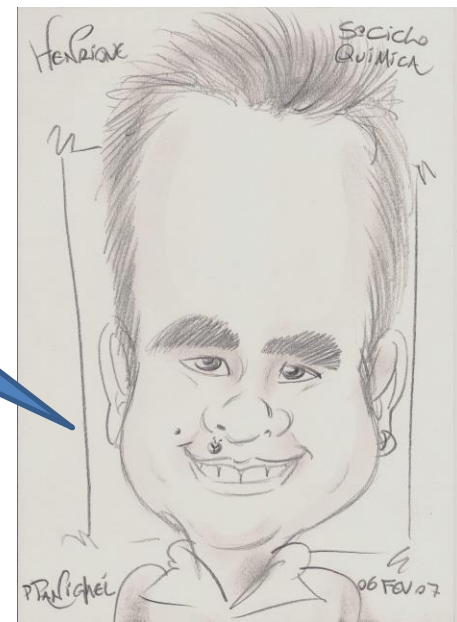
Gases:

$$T \uparrow \Rightarrow \mu \uparrow$$

\uparrow = aumenta

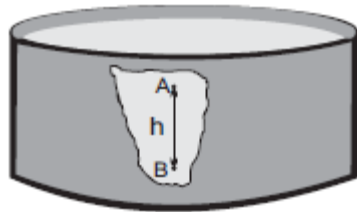
A viscosidade de um gás é diretamente proporcional a energia cinética das suas moléculas, portanto com o aumento da temperatura a energia cinética aumenta e isto acarreta um aumento da viscosidade.

Em um escoamento é recomendável se ter a menor perda de carga possível!



Pressão

$$p = \frac{|dF_N|}{dA}$$



teorema de Stevin

$$p_B - p_A = \gamma \cdot h$$

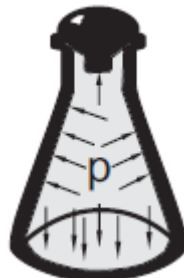
é uma grandeza escalar

Pressão

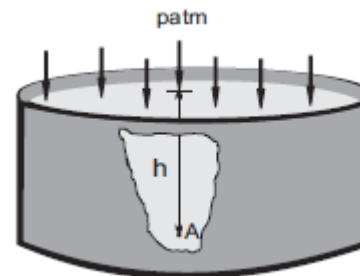
24/08/2009 - v3

pressão em um ponto
fluido pertencente a um
fluido

contínuo
incompressível
repouso



lei de Pascal



$$p_A = p_{atm} + \gamma \cdot h$$

Escalas de pressão

Escala absoluta é aquela que adota como o zero o vácuo absoluto, portanto nela só existem pressões positivas, teoricamente se pode ter o zero.

Escala efetiva é aquela que adota como zero a pressão atmosférica local (pressão barométrica), por este motivo pode ser positiva, nula e negativa .

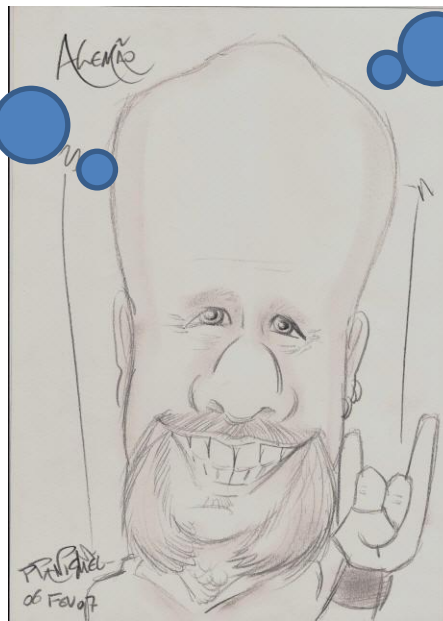
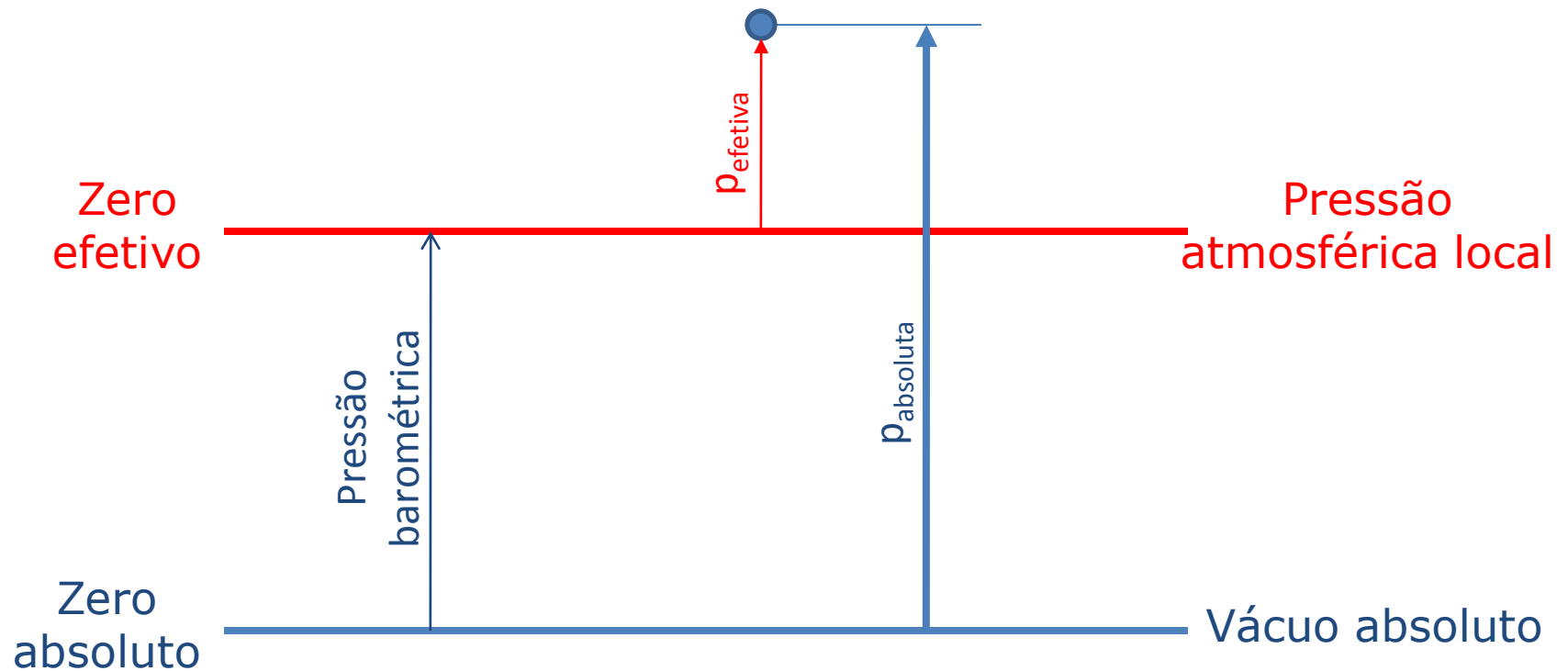


Diagrama comparativo entre escalas



$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{efetiva}} + P_{\text{barométrica}}$$

$$P_{\text{barométrica}} = P_{\text{atm}_{\text{local}}}$$

Carga de pressão = h

$$h = \frac{p}{\gamma}$$

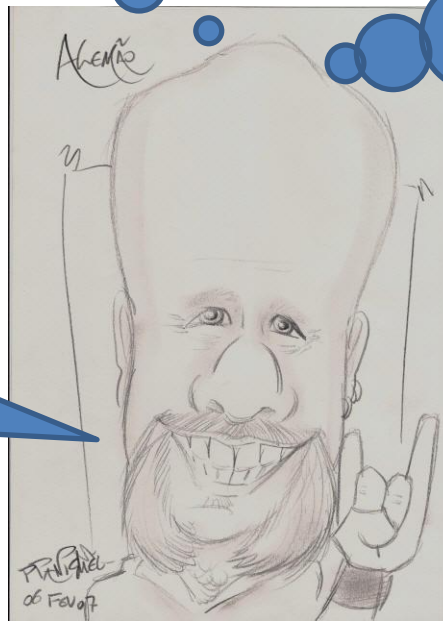
Pode-se determinar a carga de pressão por exemplo no piezômetro e no barômetro, sendo que este último possibilita a determinação da pressão atmosférica local.



Limitações deste nosso estudo

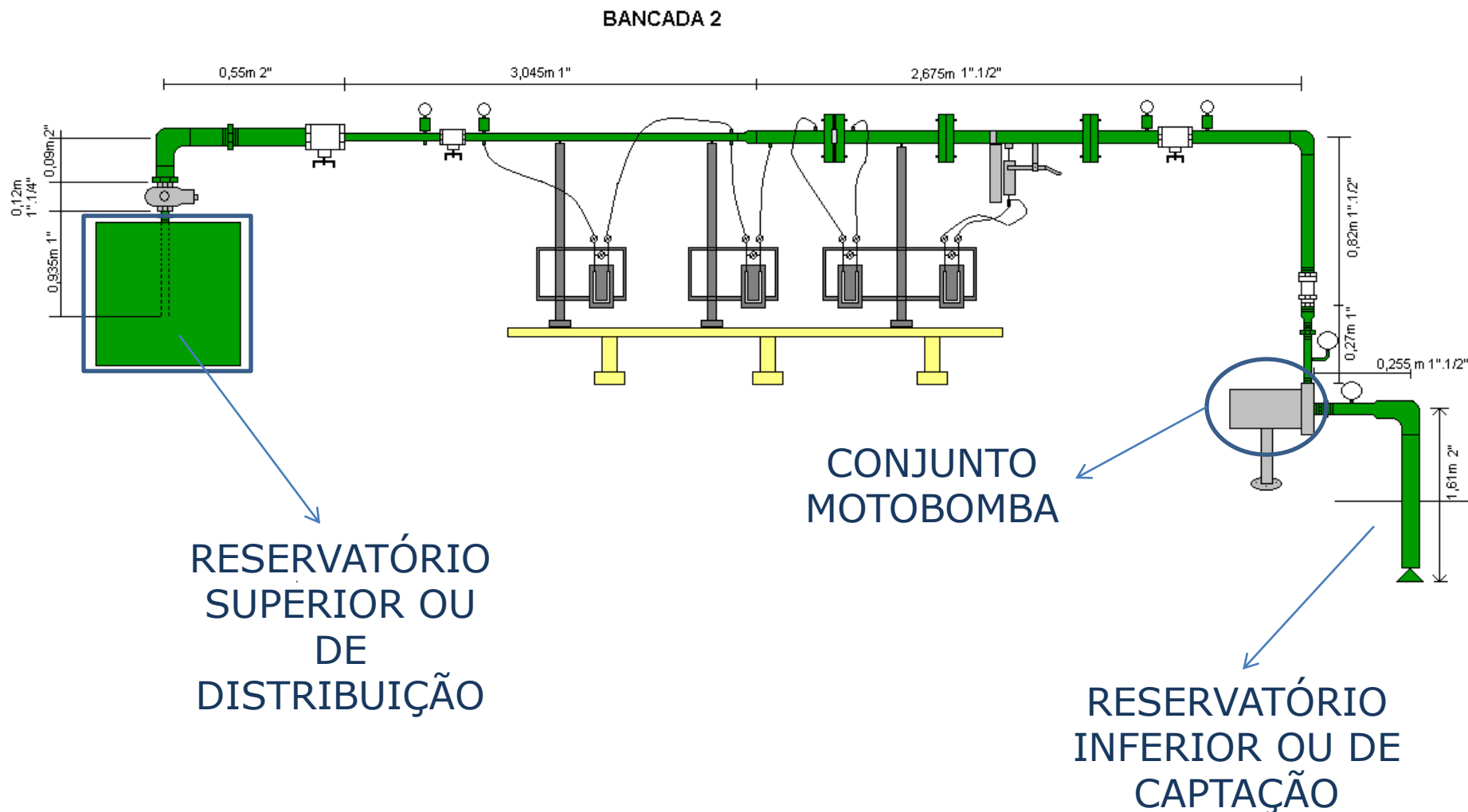
Escoamentos incompressíveis (massa e peso específico constantes) onde só se pode ter variações das cargas mecânica

Continuamos estudando os escoamentos incompressíveis e em regime permanente.



No escoamento em regime permanente o tempo não é variável e isto nos permite trabalhar com equações não diferenciais.

Instalação de recalque é um tipo de instalação hidráulica de bombeamento



Portanto de princípio em nossos estudos só trataremos das máquinas hidráulicas que fornecem carga para os fluidos, ou seja, só trataremos das bombas hidráulicas. Na verdade estaremos interessados em selecionar a bomba adequada para uma dada instalação de recalque.

Para seleção da bomba de forma adequada é fundamental que saibamos calcular as perdas de carga, ou seja, a perda distribuída e a perda singular ou localizada.

Perda de carga distribuída, geralmente calculada pela fórmula universal, ou seja, a fórmula de Darcy-Weisbach

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

f → coeficiente de perdede carga distribuída

L → comprimento da tubulaçãode área transversa constante

D_H → diâmetro hidráulico

v → velocidade média do escoamento

g → aceleraçãoda gravidade

Q → vazãodo escoamento

A → área da seçãotransversa do tubo

Perda de carga singular ou localizada, que no caso de se ter duas velocidades médias se utiliza, geralmente, a maior, ou seja, aquela referente ao tubo de menor diâmetro

$$h_s = K_s \times \frac{v^2}{2g} = K_s \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

K_s → coeficiente de perda de carga singular

g → aceleração da gravidade

v → velocidade média do escoamento

Q → vazão do escoamento

A → área da seção transversal do tubo

Comprimento equivalente (L_{eq}) é um comprimento fictício que ao substituir a singularidade propicia uma perda de carga distribuída precisamente igual a perda de carga singular causada pela singularidade em questão.

$$f \times \frac{L_{eq}}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = K_s \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore L_{eq} = \frac{K_s \times D_H}{f}$$

É comum em projetos de instalações de bombeamento se calcular a perda de carga total como perda de carga distribuída, já que todas as singularidades são consideradas através de seus comprimentos equivalentes.

$$H_p = \sum h_f + \sum h_s$$

Supondo que exista um único diâmetro de tubo.

$$H_p = f \times \frac{(L_{\text{total}} + \sum L_{\text{eq}})}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Cálculo da carga total (H)
de uma seção do
escoamento incompressível
e em regime permanente.

$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\gamma \times \alpha \times v^2}{2g} = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\gamma \times \alpha \times Q^2}{2g \times A^2}$$

$\alpha \cong 1,0 \rightarrow$ escoamento turbulento ($Re \geq 4000$)

$\alpha = 2,0 \rightarrow$ escoamento laminar ($Re \leq 2000$)

Equação da energia aplicada a uma instalação básica de bombeamento, ou seja aquela que tem apenas uma entrada e uma saída.

$$H_{\text{inicial}} + H_B = H_{\text{final}} + H_{p_{\text{total}}}$$

$$z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{y_i \times \alpha_i \times Q^2}{2g \times A_i^2} + H_B = z_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{y_f \times \alpha_f \times Q^2}{2g \times A_f^2} + H_{p_{\text{total}}}$$

Cálculo da potência da bomba

$$N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B}$$

http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/objetivos_do_primeiro_teste.htm