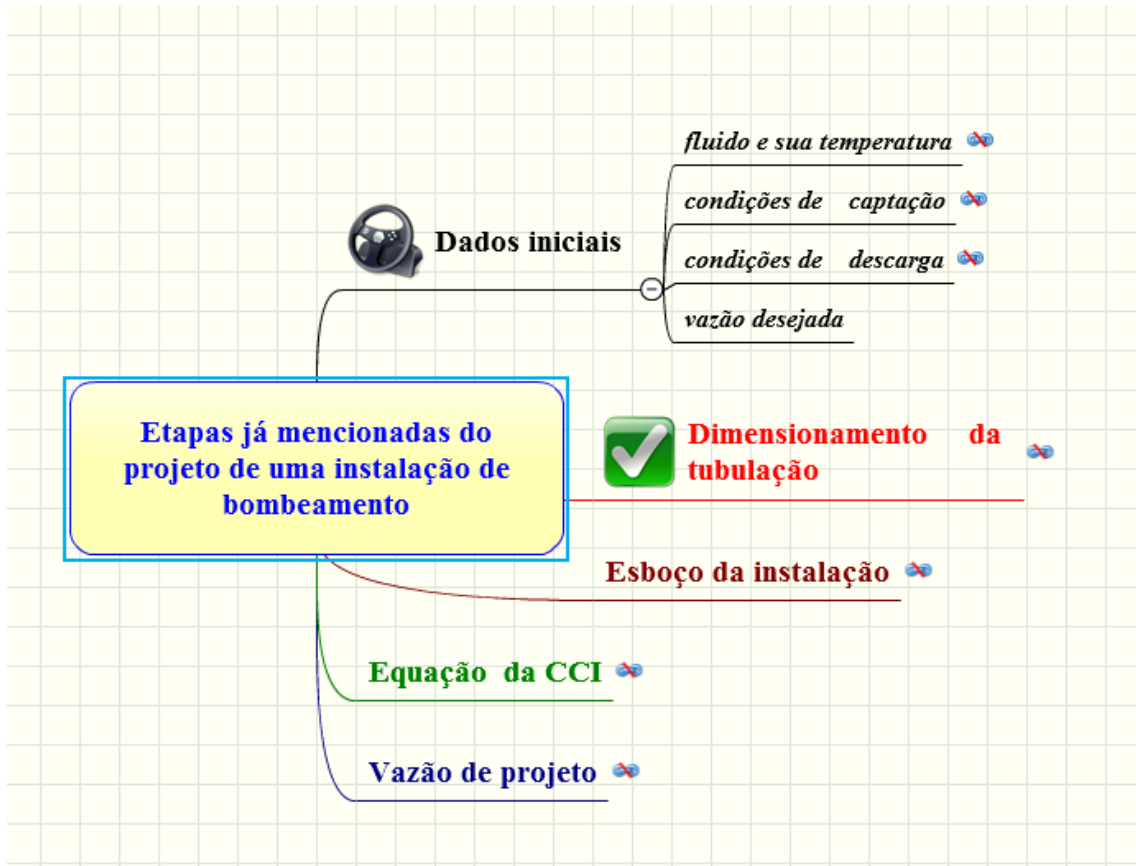


TERCEIRA AULA DE TEORIA DE ME5330



**Dimensionamento da tubulação (item 7.2)**

Em função do fluido a ser transportado e da sua temperatura de escoamento, procura-se estabelecer a velocidade econômica e o material mais utilizado para tubulação.

FLUIDO - gás ou vapor	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Ar (0 a 30 psi)	20	aço
Amônia	30	aço
Ácido Clorídrico	20	rev. de borracha
Cloro	10 a 25	aço
Clorofórmico	10	cobre e aço
Dióxido de enxofre	20	aço
Etileno	30	aço
Hidrogênio	20	aço
Gás natural	30	aço
Vapor d'água		
- 0 a 30 psi-sat	20 a 30	aço
- 30 a 150 psi-sat ou superaquecido	30 a 50	aço
- acima de 150 psi	50 a 75	aço
- linhas curtas	75	aço

Tabela 7.2

FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Água:		
- serviços gerais	0,9 a 2,5	aço
- rede industrial	0,9 a 2,2	aço
Bombas:		
- linha de sucção	0,9 a 2,2	aço
- linha de recalque	2,1 a 3,0	aço
Acido clorídrico	1,5	rev. de borracha
Acido sulfúrico 88 a 98%	1,2	F° F°
Amoníaco	1,8	aço
Benzeno	1,8	aço
Cloro	1,5	aço
FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Clorofórmio	1,8	cobre e aço
Hidróxido de sódio		
- solução até 30%	1,8	aço
- solução de 30 a 50%	1,5	aço
- solução de 50 a 73%	1,2	aço
Oleo lubrificante	1,8	aço
Oleo combustível	1,8	aço
Salmoura (CaCl <sub>2</sub> )	1,2	aço
Tetracloroeto de Carbono	1,8	aço
Tricloro etileno	1,8	aço

Tabela 7.1

Portanto, tendo a velocidade econômica estabelecida, pode-se calcular o diâmetro de referência, isto porque:

$$Q = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_{\text{ref}}^2}{4} \therefore D_{\text{ref}} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

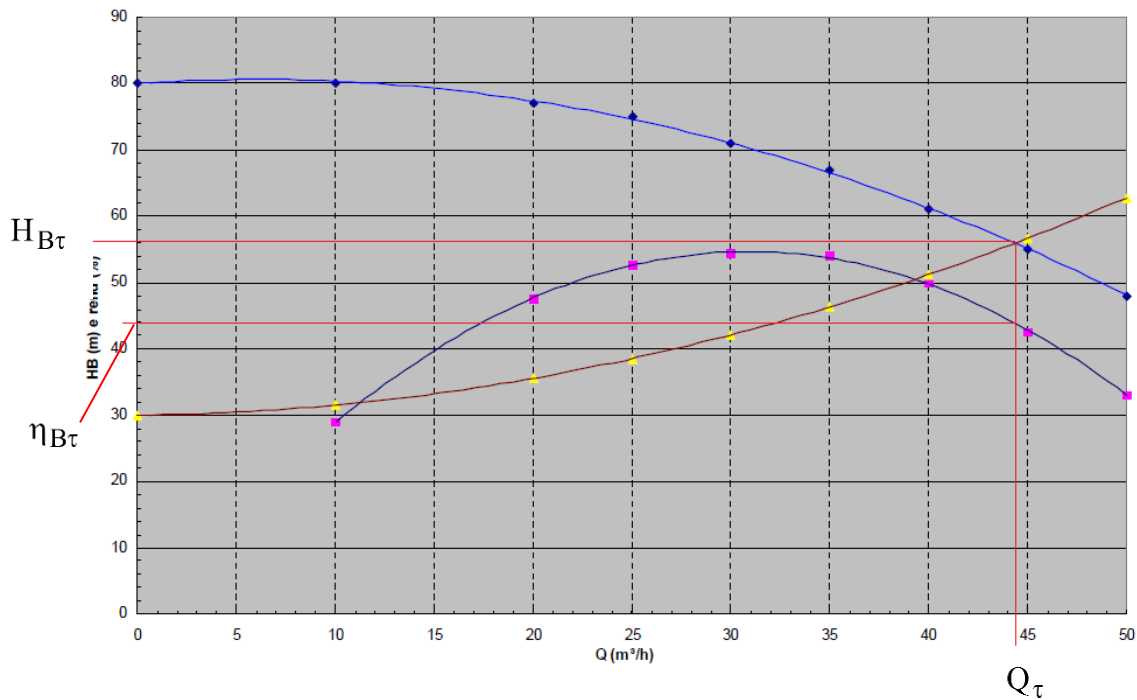
**Importante:** a vazão utilizada na expressão anterior é a **vazão desejada**.

Com o diâmetro de referência e a norma de tubos que foi obtida em função do material mais usado, dimensiona-se a **tubulação após a bomba**. **Para a tubulação antes da bomba adota-se um diâmetro comercial imediatamente superior ao especificado anteriormente**, sendo que esse novo diâmetro adotado deve ser verificado e havendo a possibilidade de reduzi-lo para que seja igual ao especificado para depois da bomba, isto deve ser feito no final do projeto, desde que essa redução não origine o fenômeno de cavitação.

**Existem outras formas para o referido dimensionamento ...**

Vamos ampliar um pouco as etapas do projeto da instalação de bombeamento, para tal, vamos estudar tanto a determinação do ponto de trabalho, como a especificação do motor elétrico e o cálculo do consumo de energia.

A determinação do ponto de trabalho é através do cruzamento da CCI com a curva da  $H_B = f(Q)$ , através desse cruzamento determina-se:  $Q_\tau$ ;  $H_{B_\tau}$ ;  $\eta_{B_\tau}$  e  $NPSH_{requerido}$



Com a vazão do ponto de trabalho se obtém as demais grandezas e pode-se calcular a potência da bomba, já que:

$$N_B = \frac{\gamma \times Q_\tau \times H_{B_\tau}}{\eta_{B_\tau}}$$

Uma das possibilidades para escolha do motor elétrico adequado seria adotar o rendimento de 90% para o motor elétrico e determinar a potência do motor de referência ( $N_{m_{referência}}$ ) e com ela, através das tabelas de motores o mesmo será especificado o que viabiliza o cálculo o consumo de energia:

$$\text{Consumo}_{\text{energia}} = N_m (\text{kW}) \times a \left( \frac{\text{hora}}{\text{dia}} \right) \times b \left( \frac{\text{dia}}{\text{mês}} \right) = N_m \times a \times b \left( \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \right)$$

## EXERCÍCIO PROPOSTO NA TERCEIRA AULA

Considere a instalação hidráulica da figura abaixo, com tubulações (sucção e recalque) ambas em ferro fundido. As CCB da bomba escolhida podem ser representadas pelas seguintes equações de linha de tendência:

$$H_B = -0,0004 \times Q^2 + 0,0386 \times Q + 66,2 \rightarrow [H_B] = \text{m} \rightarrow [Q] = \text{m}^3/\text{h}$$

$$\eta_B = -0,002 \times Q^2 + 0,76 \times Q + 10,94 \rightarrow [\eta_B] = \% \rightarrow [Q] = \text{m}^3/\text{h}$$

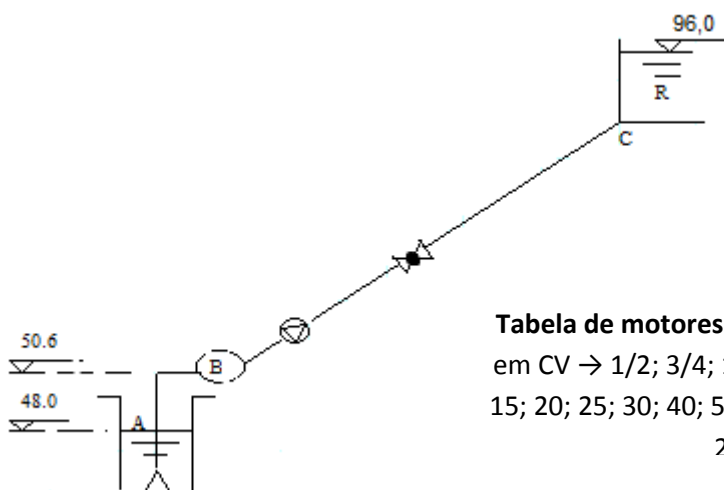
$$\text{NPSH} = 8 \times 10^{-5} \times Q^2 - 0,0074Q + 3,8366 \rightarrow [\text{NPSH}] = \text{m} \rightarrow [Q] = \text{m}^3/\text{h}$$

Sabendo que a tubulação antes da bomba tem um comprimento total ( $L + \Sigma L_{eq}$ ) igual a 100 m e que a tubulação de recalque tem um comprimento total ( $L + \Sigma L_{eq}$ ) igual a 239,8 m, que o diâmetro interno do tubo considerado é de 200 mm e que se pretende elevar diariamente um volume de 800 m<sup>3</sup>, pede-se:

- determine a vazão bombeada;
- o número de horas de bombeamento;
- a energia consumida diariamente.

**Dados:** água a 20°C –  $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ ;  $\nu = 1,004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ;

$P_{\text{vapor}} = 2337 \text{ Pa (abs)}$ ; para o intervalo de vazão considerado, pode-se adotar um coeficiente de perda de carga distribuída médio igual a 0,0366; cotas dadas em metro e  $p_{\text{atm}} = 95200 \text{ Pa}$



**Tabela de motores comerciais:** Motores em CV  $\rightarrow$  1/2; 3/4; 1; 1,5; 2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200