

### Objetivo da segunda aula da unidade 7:

**Resolver alguns dos exercícios propostos na primeira aula.**

### Objetivos da terceira aula da unidade 7:

**Conceituar a vazão de projeto.**

**Mencionar uma forma possível para a escolha preliminar da bomba e introduzir algumas páginas que possibilitam expandir esta escolha.**

**Mencionar como se obtém o ponto de trabalho.**

**Mostrar a obtenção das curvas de iso-rendimento.**

**Propor os exercícios: 7.12.14 a 7.12.17 e do 7.12.19 a 7.12.23**

## 7.5 Vazão de Projeto $\rightarrow Q_p$

Para prever-se o envelhecimento da instalação deve-se para a escolha da bomba, ou até mesmo para a determinação da vazão em queda livre, trabalhar-se com a chamada vazão de projeto, que pode ser determinada da seguinte forma:

$$Q_{\text{projeto}} = (\text{fator de segurança}) \times Q_{\text{desejada}} \quad \text{equação 7.5}$$

onde o fator de segurança é no mínimo 1,1 e se possível não acima de 1,2.

*Nota:* O limite superior do fator de segurança é bastante discutível, basta para tal evocar o gráfico 6.1 da página 369 - Unidade 6, onde poderíamos determinar o fator de segurança para o escoamento dos diversos tipos de água.

## 7.6 Escolha Preliminar da bomba

Não é objetivo desta unidade descrever as variedades de bombas disponíveis no mercado. Limitamo-nos a mencionar de forma rápida, os tipos de bombas geralmente utilizadas:

- Bombas centrífugas  $\rightarrow$  usadas para instalações residenciais, alimentação de caldeiras, poço profundo, de processo, química, de

recirculação, petroquímica, de esgotos, efluentes, polpa, combate a incêndio, condensado, etc.

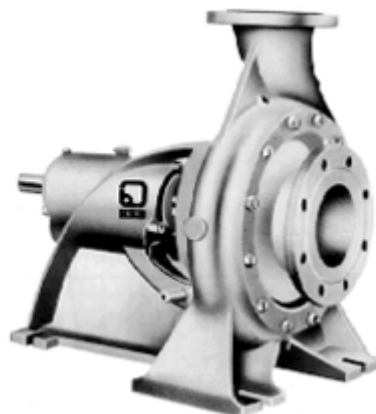
- Bombas rotativas → limitam-se as aplicações nas indústrias de processo, principalmente no bombeamento de líquidos pastosos ou muito viscosos e bombeamento de óleo combustível para queima de caldeiras, fornos, etc.
- Bombas alternativas → praticamente a sua única aplicação é a dosificação de produtos químicos, mediante as chamadas “bombas dosificadoras”.

**Nota:** Posteriormente iremos introduzir a rotação específica ( $n_s$ ) para facilitar a primeira classificação da bomba.

Feita esta escolha preliminar, devemos optar pelo fabricante da bomba e no intuito de exemplificá-los, forneço a seguir alguns sites importantes:

1. <http://www.ksb.com.br/001/aplicacao/index.htm>
2. <http://www.sulzerpumps.com/>
3. <http://www.imbil.com.br>
4. ...

Em todas as páginas apresentadas anteriormente, tem-se após a escolha, em função da aplicação, a escolha em função da  $Q_{projeto}$  e da  $H_{B_{projeto}}$ , para isto considera-se o diagrama de tijolos da bomba escolhida (A figura 7.1 fornece um exemplo deste diagrama para um modelo de bomba da KSB)



Bomba ETA da KSB

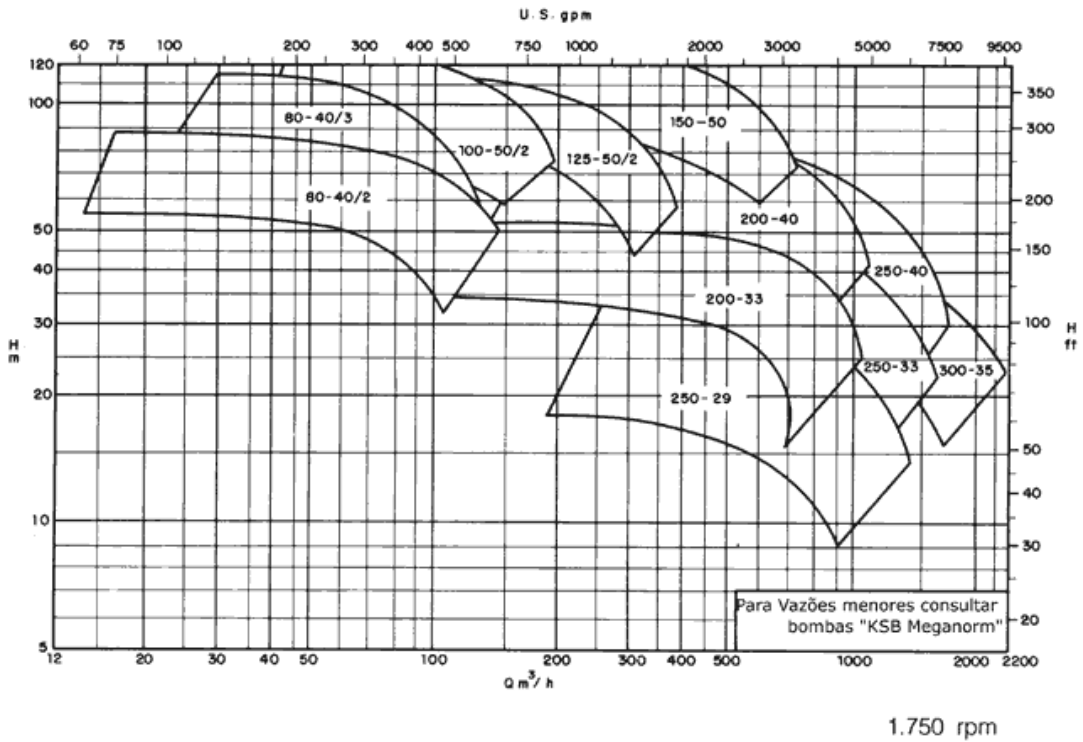


Figura 7.1

Através da vazão de projeto na equação da CCI, obtemos a altura manométrica de projeto.

Com  $Q_{projeto}$  e  $H_{B_{projeto}}$  no diagrama de tijolos, determinamos o modelo preliminar da bomba (figura 7.2)



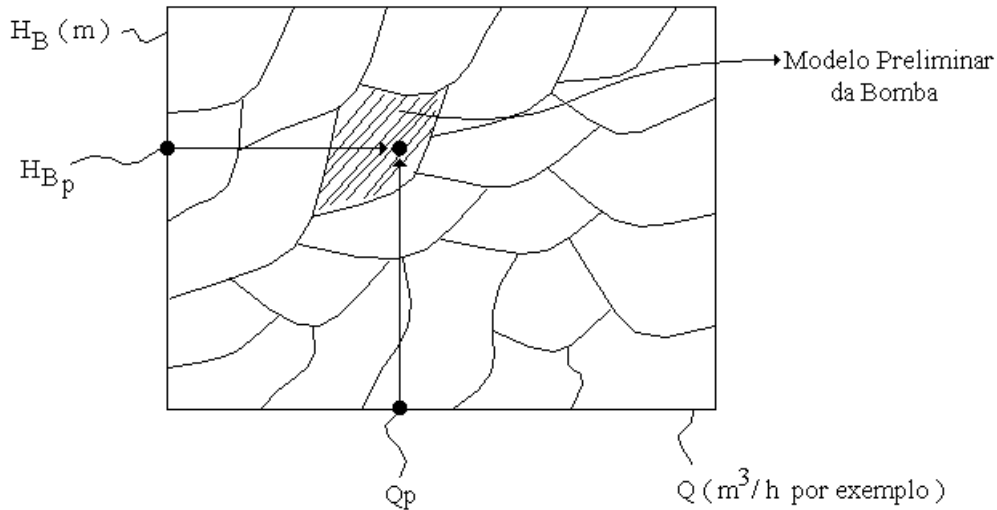
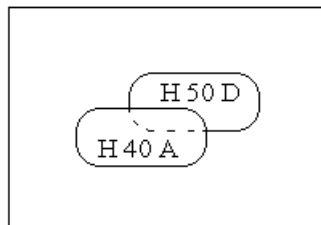


Figura 7.2

**Nota:** I - Considerando o esquema abaixo:



Como a bomba H 40 A está colocada à frente no diagrama, deve-se esperar dela um rendimento maior.

É fundamental operarmos com o rendimento o mais próximo do rendimento máximo (ponto de projeto), ou se possível imediatamente a sua direita, já que escolhemos a bomba para a vazão de projeto, que é superior a vazão desejada, portanto, ao operarmos com esta, provavelmente, estaremos obtendo um rendimento maior.

II - Por outro lado se tivermos que optar entre uma bomba de 1750 rpm e uma de 3500 rpm, geralmente escolheremos a de 3500 rpm, pois:

- são bombas menores, o que correspondem a um custo menor;
- são bombas que requerem motores elétricos com menor número de pólos (como mostramos adiante) o que implica em um custo menor.

Através da bomba preliminarmente escolhida, obtemos a suas CCB, por exemplo a representada pela Figura 7.3, que é fornecida pelo fabricante da bomba.

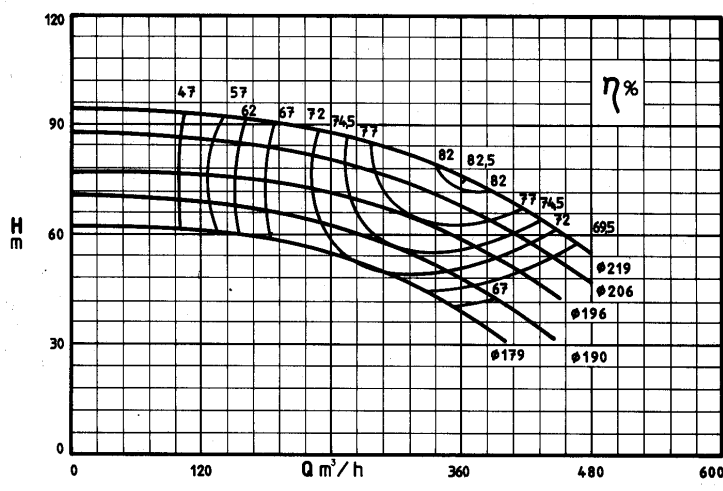


Figura 7.3

## 7.7 Determinação do Ponto de Trabalho da Bomba

O ponto de trabalho de uma bomba hidráulica é obtido pelo cruzamento da Curva Característica da Instalação [CCI] com as Curvas Características da Bomba [CCB], isto porque neste ponto a bomba é capaz de fornecer ao fluido a carga manométrica ( $H_B$ ) precisamente igual a que o fluido necessita para percorrer a instalação hidráulica com uma vazão  $Q$  em regime de escoamento permanente.

Neste tópico, vamos considerar o ponto de trabalho constituído por:

$H_B$   $\equiv$  carga manométrica que a bomba fornece ao fluido;

$Q$   $\equiv$  vazão do escoamento em regime permanente para  $H_B$ ;

$\eta$   $\equiv$  rendimento da bomba para  $H_B$  e  $Q$ .

Para melhor compreensão do ponto de trabalho, mostramos como podemos obter as curvas de iso-rendimento, lembrando que as curvas, tanto de  $H_B = f(Q)$ , como  $\eta = f(Q)$  são obtidas experimentalmente pelo fabricante da bomba.

**Nota:** As curvas de  $N_B = f(Q)$  os fabricantes fornecem para as bombas operando com água, quando as mesmas forem utilizadas para outro fluido, temos:

$$N_{B\text{fluido}} = N_{B\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Os gráficos mostrados a seguir (Figura 7.4) do lado esquerdo representam as CCB para duas bombas, respectivamente com diâmetro de rotor 1 e 2.



Para o sucesso das proposta deste trabalho não há a necessidade de se pensar igual, mesmo porque a diversidade muitas vezes é fundamental para a construção de novos caminhos, porém é fundamental que se trabalhe como uma verdadeira equipe.

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

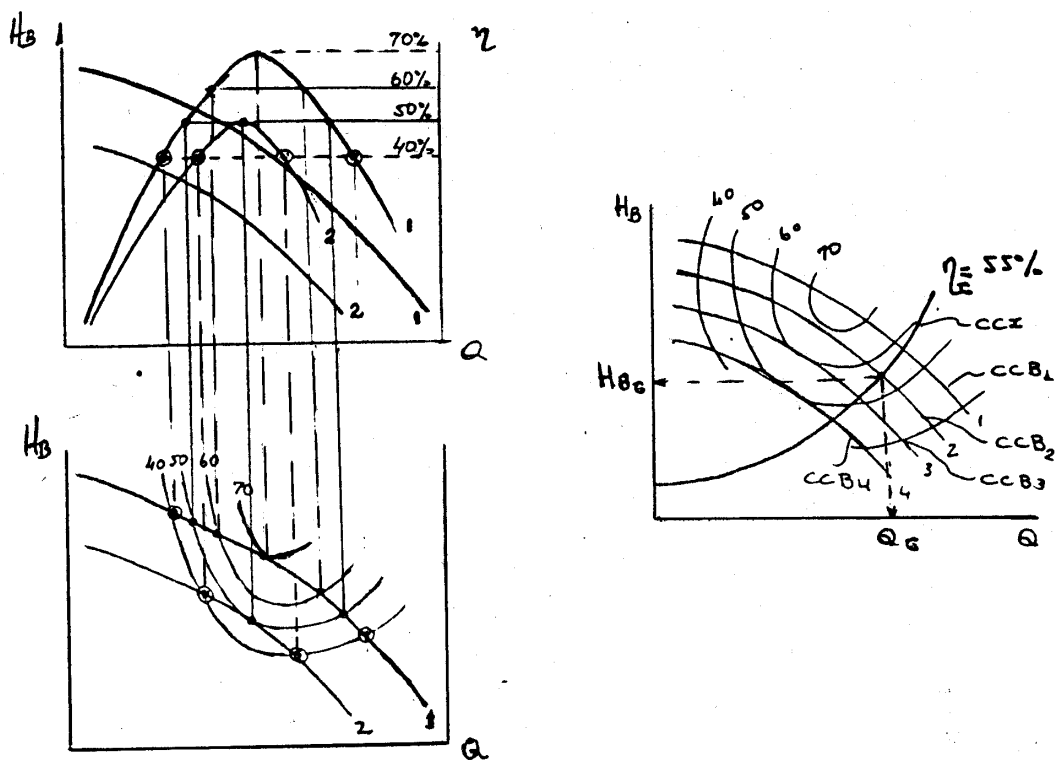


Figura 7.4

O ponto de trabalho ( $H_{B_\tau}$ ,  $Q_\tau$ ,  $\eta_\tau$ ) foi obtido para a bomba hidráulica com diâmetro do rotor igual a 2.

Devemos ter em mente que, tanto a vazão, como a carga manométrica do ponto de trabalho devem ser maiores ou igual a  $Q_{\text{projeto}}$  e a  $H_{B_{\text{projeto}}}$  adotados, isto para se prever o envelhecimento da instalação, além disto salientamos que a CCI foi obtida para a válvula controladora de vazão totalmente aberta.

**Nota:** Um bom livro para consulta deste assunto é: BOMBAS E INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO<sup>1</sup>



Uma homenagem ao meu amigo  
Manoel – o “Mané da Mec-Flu”

O homem se  
distingue  
não por aquilo que  
tem  
mas por aquilo  
que deseja ter.

---

<sup>1</sup> MACINTYRE, Archibald Joseph – Bombas e Instalações de Bombeamento – Editora Guanabara Dois