

# Experiência de bomba

## Objetivos



universal curva obter para a experiência



Evocar

- a determinação direta da vazão
- uma instalação de recalque
- a determinação da carga total de uma seção do escoamento incompressível e em regime permanente como a perda de carga é considerada entre a entrada e saída de uma bomba
- a determinação da carga manométrica da bomba
- conceitos de potências do conjunto motobomba
- conceitos de rendimentos do conjunto motobomba
- conceito de modelo
- conceito de protótipo
- os adimensionais típicos da bomba



obter para protótipo

vazão função carga manométrica



### Objetivos da experiência de bomba hidráulica

29/10/2008 - v11



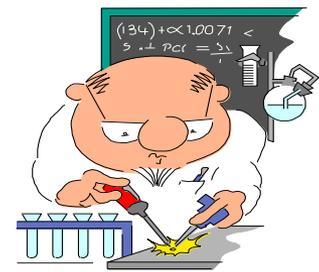
obter para modelo

carga manométrica função vazão  
rendimento global função vazão



Exemplo para o protótipo

3450 rpm ..... rpm rotação  
126 mm .....mm rotor



Exemplo para modelo

rotação 3450 rpm .....rpm  
rotor 132 mm .....mm

Bancada e trecho da mesma que será utilizado na experiência





Observem as pressões de saída





Nas bancadas 7 e 8  
trabalha-se com  
transdutores de  
pressão

# Para a construção da CCB

O primeiro passo é saber  
determinar a carga  
manométrica ( $H_B$ )

# Determinação da carga manométrica

$$H_{\text{inicial}} + H_B = H_{\text{final}} + H_{p_{i-f}}$$

$$H_{\text{entrada}} + H_B = H_{\text{saida}}$$

nãoselevaemcontaaperdaporqueela já é considerada  
no rendimento da bomba

$$Z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g} + H_B = Z_s + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g}$$

PHR na entrada da bomba

Determinação da carga potencial, para isto deve-se adotar um plano horizontal de referência (PHR).

Se o mesmo for adotado no eixo da bomba, tem-se:

$$Z_e =$$
$$Z_s =$$

Leituras das pressões para a determinação da carga de pressão, para isto tem-se:

- vacuômetro na seção de entrada
  - manômetro na seção de saída
  - ou transdutores de pressão

# Cuidado!





EXISTEM  
DIFERENÇAS!



# Qual a diferença?

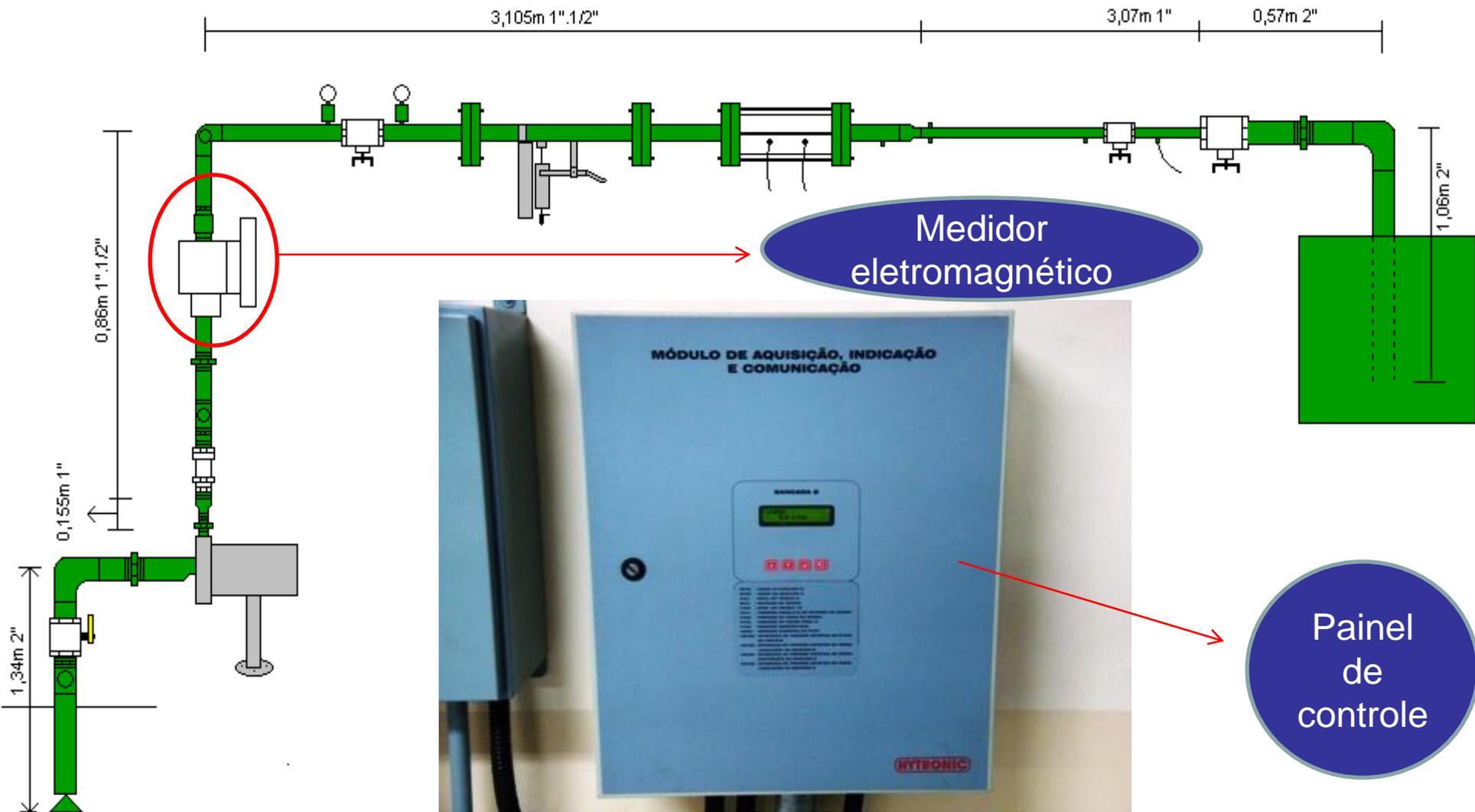
A leitura do aparelho pode ser diferente da pressão que se deseja determinar na seção.

Para a construção da CCB  
deve-se determinar a  
vazão

E aí para cada posição da válvula  
globo determina-se a vazão no  
reservatório superior ou no painel de  
controle bancadas 7 e 8



$$Q = \frac{\text{Volume}}{t} = \frac{A_{\text{tanque}} \times \Delta h}{t}$$



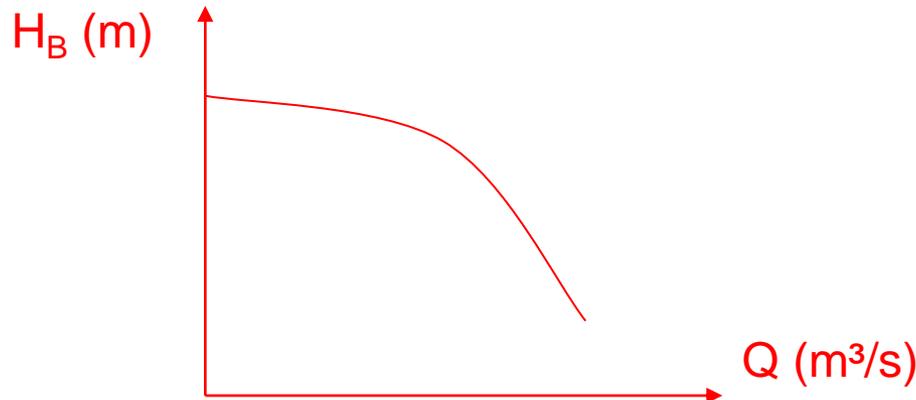
Com a vazão é possível calcular a velocidade média do escoamento, tanto na seção de entrada, como na seção de saída da bomba, já que:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

# Aí se tem:

$$H_B = (z_s - z_e) + \left( \frac{p_s - p_e}{\gamma} \right) + \left( \frac{v_s^2 - v_e^2}{2g} \right)$$

Com a carga manométrica e a vazão, traça-se a CCB para o modelo, rotação 3500 rpm e diâmetro do rotor igual a ..... mm

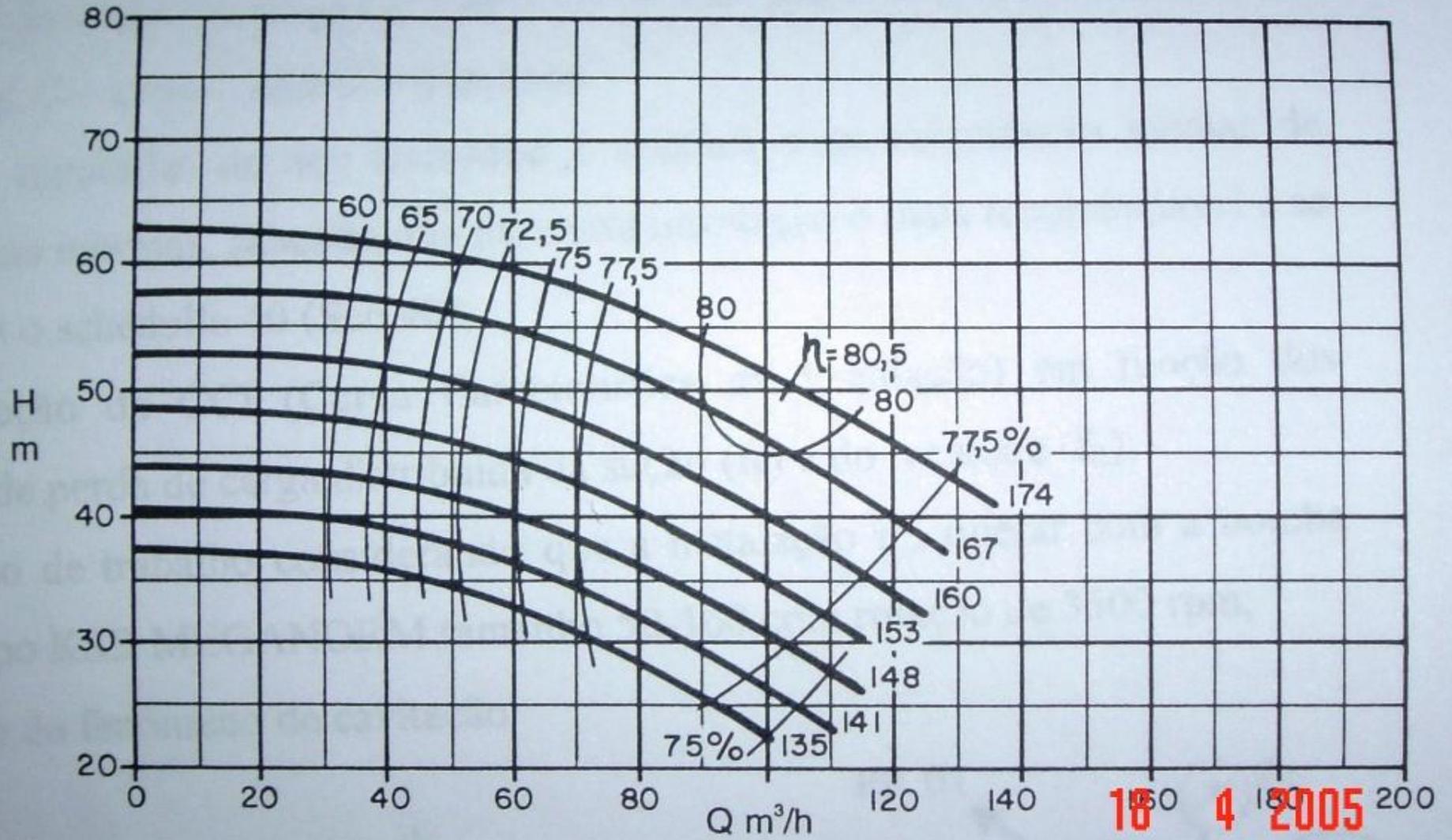


O problema é que a rotação da experiência não é 3500 rpm e aí se deve corrigir

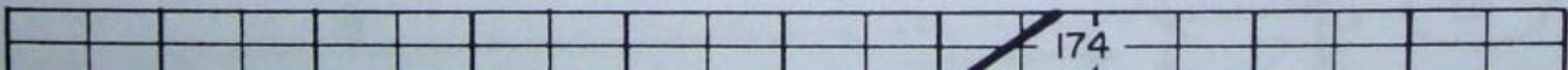
$$\frac{Q_{3500}}{3500/60} = \frac{Q_{\text{experiência}}}{n_{\text{experiência}}/60} \Rightarrow \frac{Q_{3500}}{3500} = \frac{Q_{\text{experiência}}}{n_{\text{experiência}}}$$

$$\frac{H_{B3500}}{\left(3500/60\right)^2} = \frac{H_{B_{\text{experiência}}}}{\left(n_{\text{experiência}}/60\right)^2} \Rightarrow \frac{H_{B3500}}{3500^2} = \frac{H_{B_{\text{experiência}}}}{n_{\text{experiência}}^2}$$

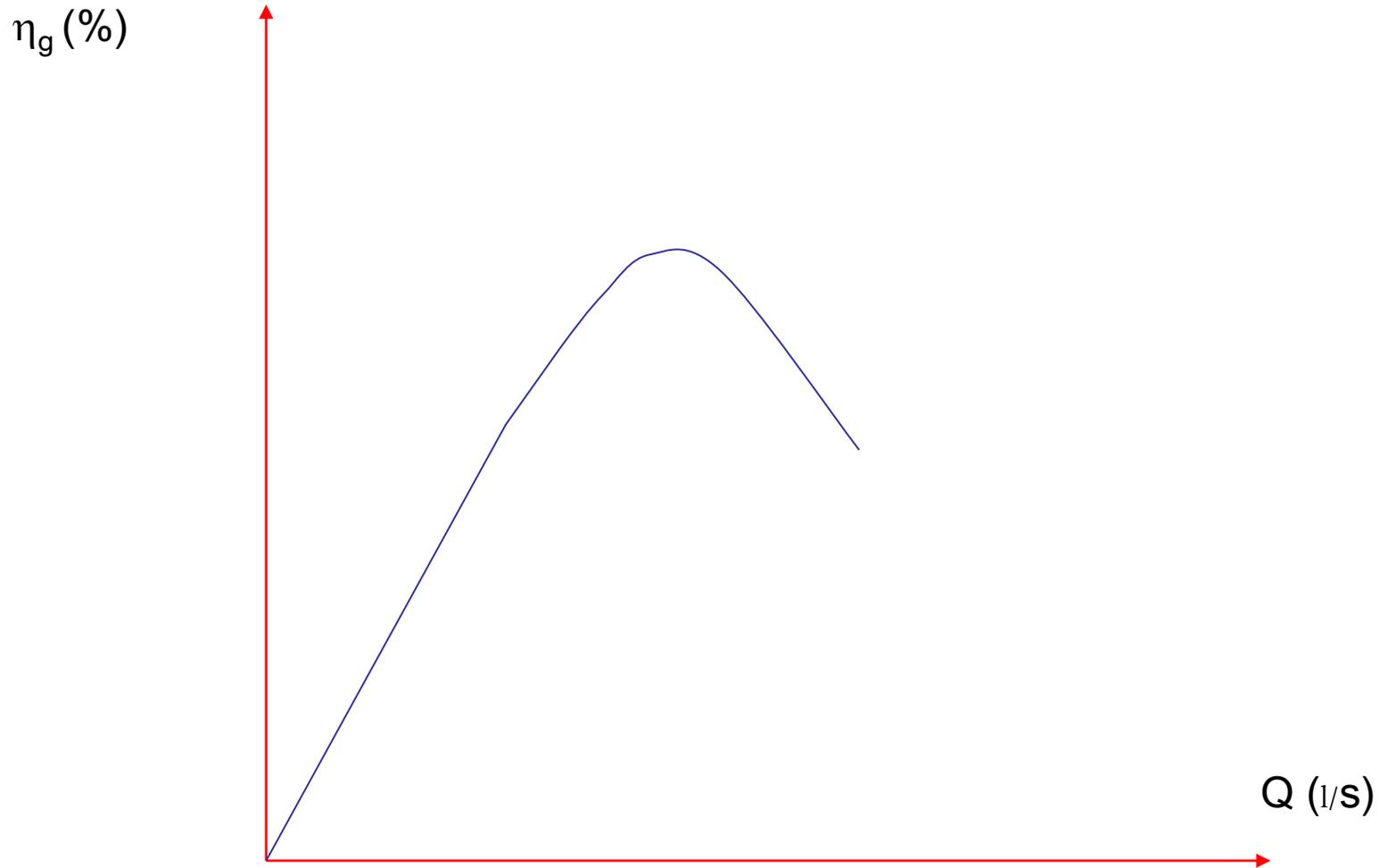
A seguir é mostrada uma família de CCB de uma determinada bomba, curvas fornecidas pelos fabricantes de bomba em função do diâmetro do rotor e para uma única rotação.



18 4 2005



Diferença: o que se pretende obter é representado abaixo:



Como obter o rendimento  
global?

Primeiro lendo a potência consumida  
pelo conjunto motobomba

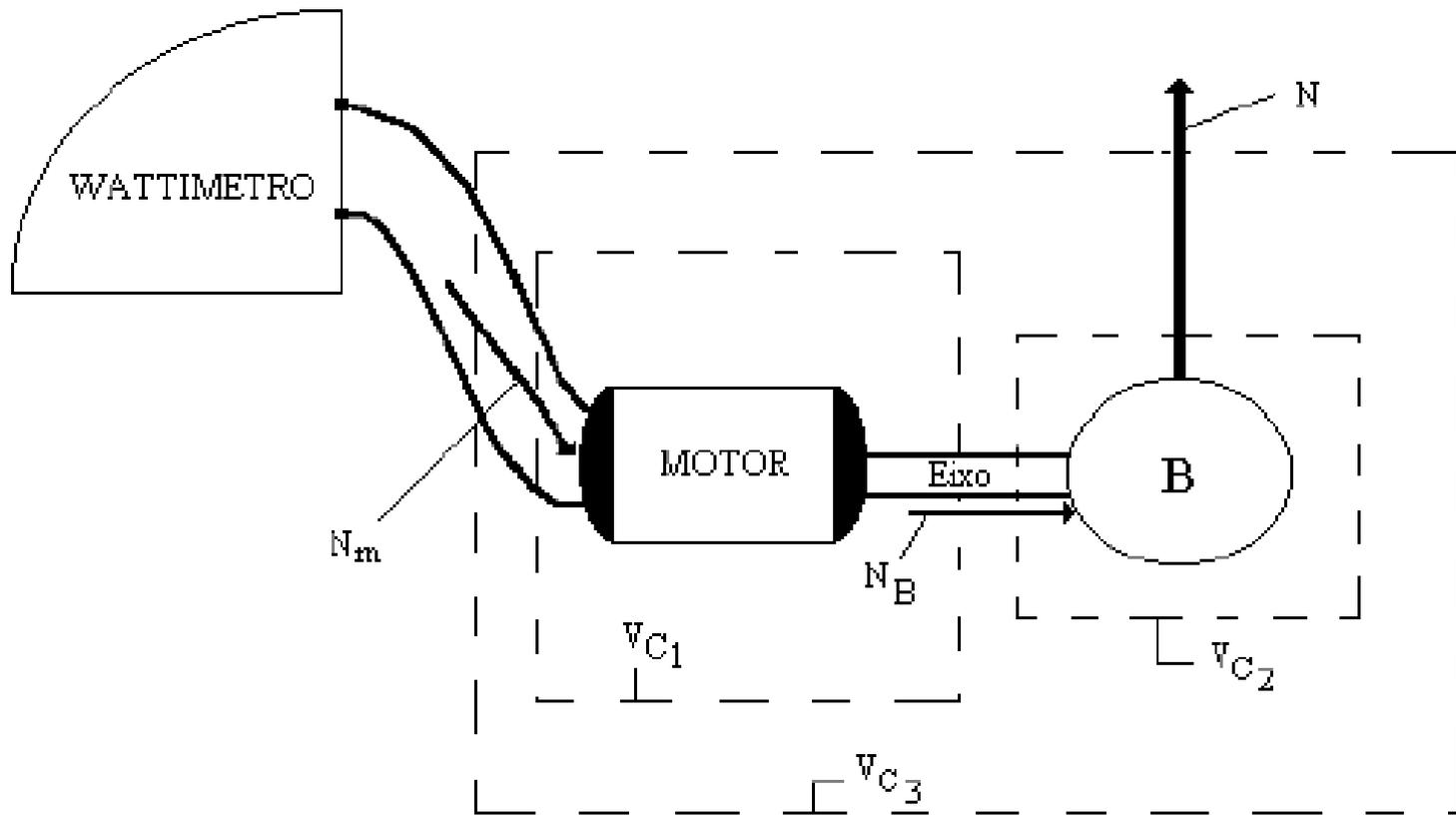


8



2 6 2004

Depois evocando o conceito  
de potência e rendimento  
para uma bomba hidráulica



# Conceito de rendimento:

$$\eta_{VC} = \frac{\text{potência que sai}}{\text{potência que entra}}$$

$$\eta_{\text{motor}} = \frac{N_B}{N_m}$$

$$\eta_{\text{bomba}} = \eta_B = \frac{N}{N_B}$$

$$\eta_{\text{global}} = \frac{N}{N_m}$$

Portanto, deve-se saber determinar a potência útil da bomba, ou potência fornecida pela bomba ao fluido, ou simplesmente potência do fluido

# Determinação de N

$$H_B = \frac{\text{energia fornecida pela bomba ao fluido}}{\text{peso do fluido}} = \frac{E}{G}$$

$$\therefore E = G \times H_B = \gamma \times V \times H_B$$

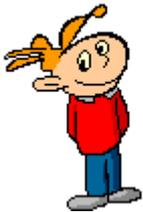
$$\frac{E}{t} = N = \frac{\gamma \times V \times H_B}{t} = \gamma \times Q \times H_B$$

$$\text{Se } [\gamma] = \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \rightarrow [Q] = \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow [H_B] = \text{m} \therefore [N] = \frac{\text{kgf} \times \text{m}}{\text{s}}$$

$$1\text{CV} = 75 \frac{\text{kgf} \times \text{m}}{\text{s}} = 75 \times 9,8 \frac{\text{N} \times \text{m}}{\text{s}} (\text{ou w}) = \frac{75 \times 9,8}{1000} \text{kw}$$

# Agora vamos ver como se determina a curva universal

$$\psi = f(\phi)$$



Para isto deve-se evocar  
alguns dos adimensionais  
típicos da bomba  
hidráulica:

coeficiente manométrico –  $\psi$

coeficiente de vazão –  $\phi$

Onde para o modelo se tem:

$$\psi_m = \frac{g \times H_B}{n^2 \times D_r^2} = \frac{9,8 \times H_B}{\left(\frac{n_{\text{modelo}}}{60}\right)^2 \times (D_{r_{\text{modelo}}})^2}$$

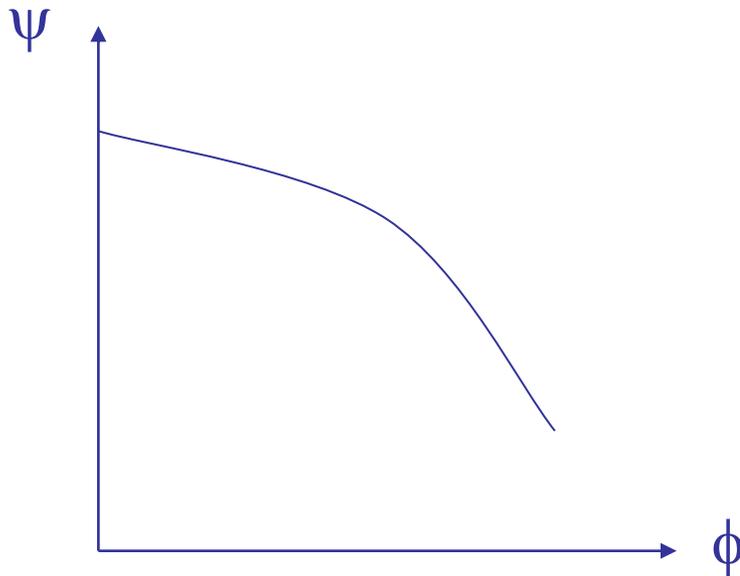
$$\phi_m = \frac{Q}{n \times D_r^3} = \frac{Q}{\left(\frac{n_{\text{modelo}}}{60}\right) \times (D_{r_{\text{modelo}}})^3}$$

E para o protótipo:

$$\psi_p = \frac{g \times H_B}{n^2 \times D_r^2} = \frac{9,8 \times H_B}{\left(\frac{3500}{60}\right)^2 \times (0,126)^2}$$

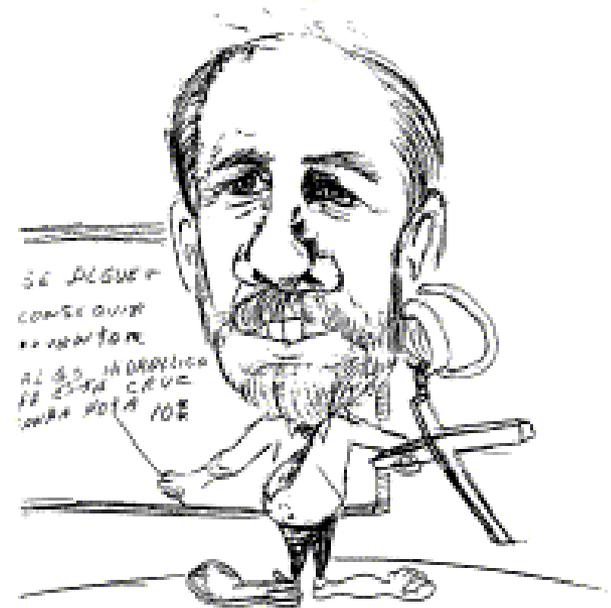
$$\phi_p = \frac{Q}{n \times D_r^3} = \frac{Q}{\left(\frac{3500}{60}\right) \times (0,126)^3}$$

No nosso caso, opta-se pelo modelo que foi ensaiado no laboratório para se traçar a curva universal



# Agora vamos ver como se determina a CCB para o protótipo

vamos impor a condição  
de semelhança



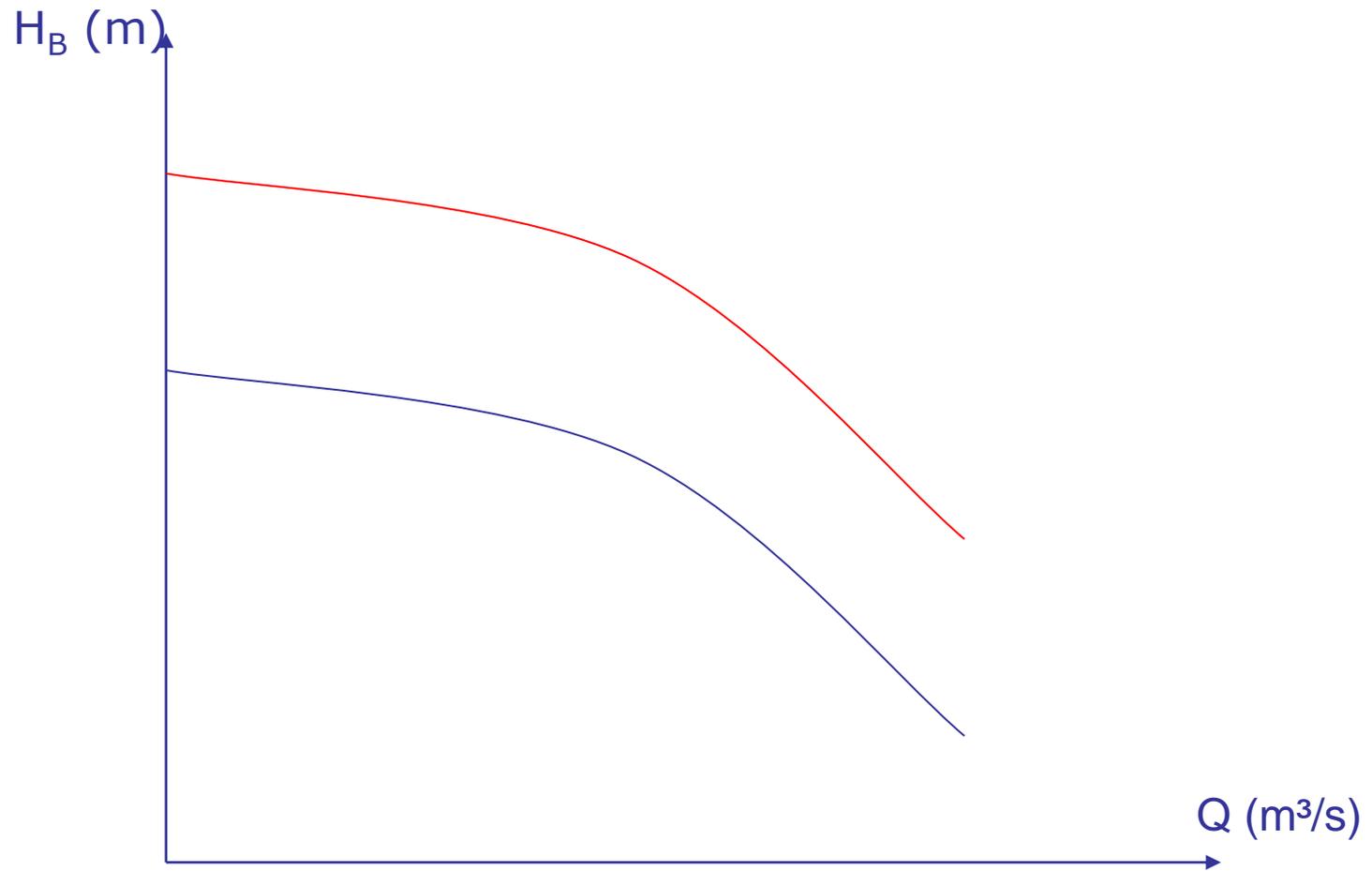
$$\Psi_m = \Psi_p \therefore \frac{H_{B_m}}{Dr_m^2} = \frac{H_{B_p}}{0,126^2}$$

$$\therefore H_{B_p} = \left( \frac{126}{Dr_m} \right)^2 \times H_{B_m}$$

$$\phi_m = \phi_p \therefore \frac{Q_m}{Dr_m^3} = \frac{Q_p}{0,126^3}$$

$$\therefore Q_p = \left( \frac{126}{Dr_m} \right)^3 \times Q_m$$

E aí:



# Tabela de dados:

$N_m$ (kw)	n (rpm)	$p_{me}$ (mmHg ou bar)	$p_{ms}$ (kPa)	$\Delta h$ (mm)	t (s)

# Tabela de resultados:



Vamos  
criar!