

\* PHA3201  
Hidráulica Ambiental  
aula 08

J Rodolfo S Martins ([scarati@usp.br](mailto:scarati@usp.br))

J Carlos M Bernardino ([jcarlosmbernardino@usp.br](mailto:jcarlosmbernardino@usp.br))

# \* Rotação Específica (N)

Rotação para elevar 1m<sup>3</sup>/s a 1 mH2O

$$N = \frac{w\sqrt{Q}}{(gH)^{3/4}}$$

$$N = \frac{w\sqrt{Pot}}{(gH)^{5/4}}$$

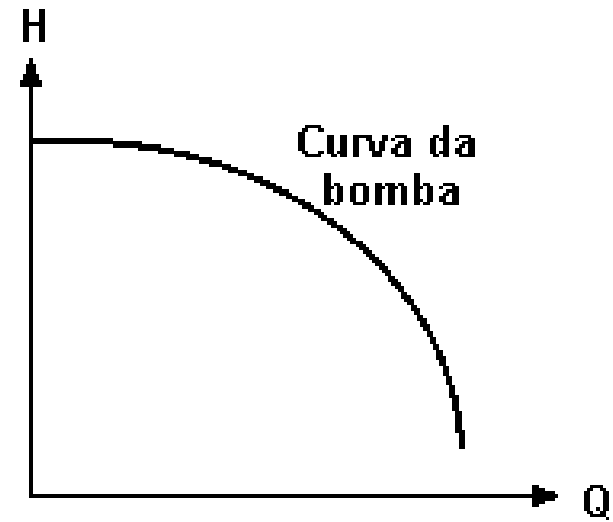
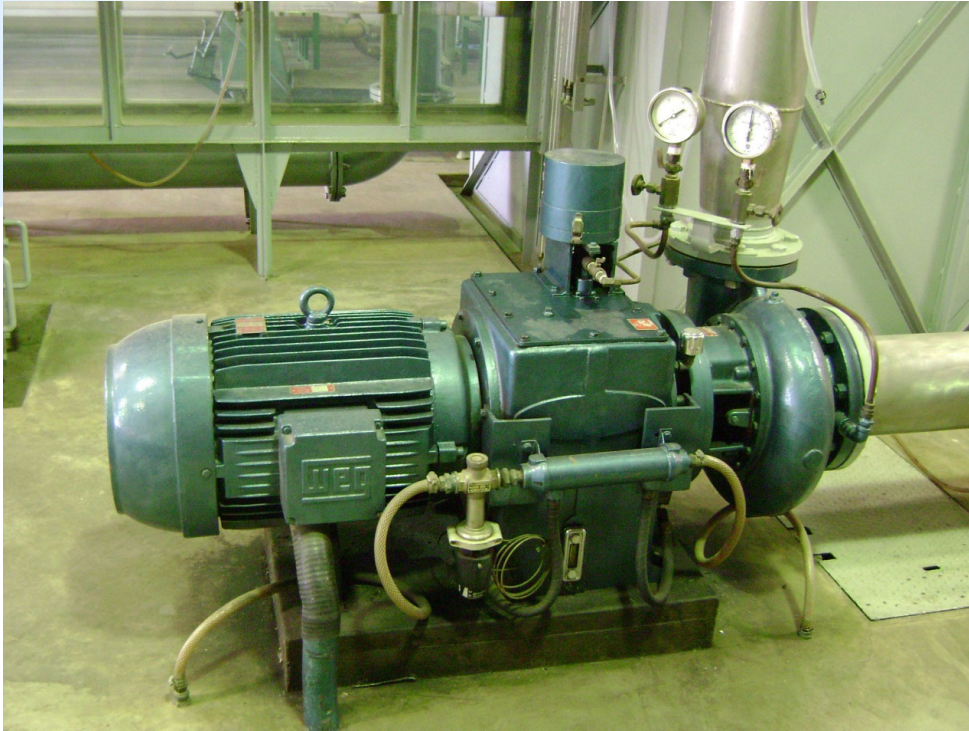
w (rad/s)  
Q (m<sup>3</sup>/s)

$$N = \frac{n\sqrt{Q}}{(H)^{3/4}}$$

$$N = \frac{n\sqrt{Pot}}{(H)^{5/4}}$$

n (rpm)  
Q (m<sup>3</sup>/s)

N	Tipo	Velocidade
<90	Centrífuga	Lenta
90<N<130		Normal
130<N<220		Rápida
220<N<440	Mista	
440<N<500	Semi axial	
>500	Axial	



\* Curva Característica

# \* Semelhança entre bombas centrífugas

- Previsão do desempenho de um protótipo (H, Q, Pot) a partir de ensaios de modelo de escala reduzida
- Máquinas geometricamente semelhantes: trabalham em semelhança desde que tenham o mesmo rendimento

$$\pi_1 = \frac{H}{n^2 D^2}$$

$$\pi_2 = \frac{Q}{n D^3}$$

$$\pi_3 = \frac{Pot}{n^3 D^5}$$

# \* Semelhança entre bombas centrífugas

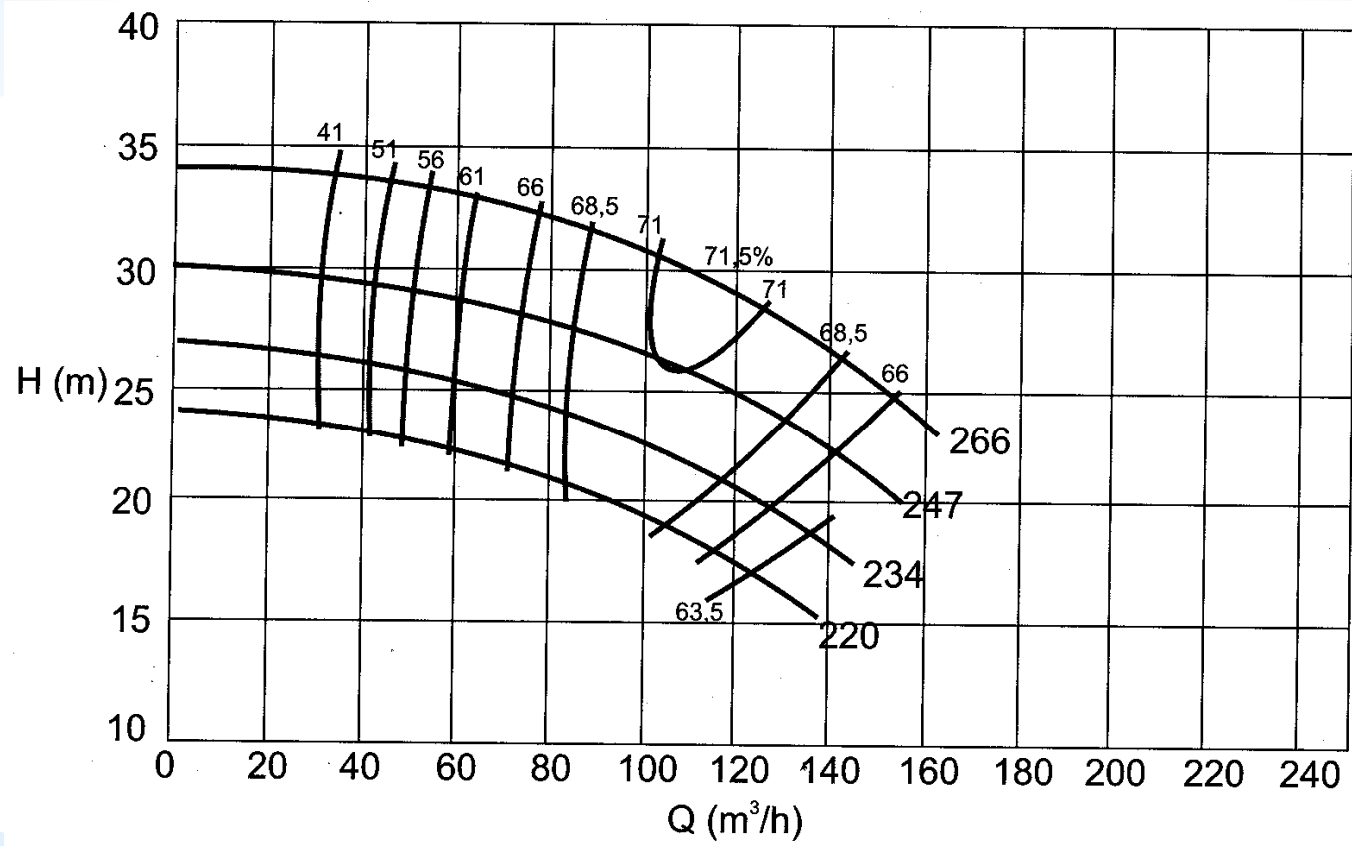
- Bombas pertencentes à mesma família, e operando em condições de semelhança dinâmica, têm coeficientes adimensionais iguais em pontos homólogos de suas curvas

$$\pi_1 = \frac{H}{n^2 D^2} \quad \frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2$$

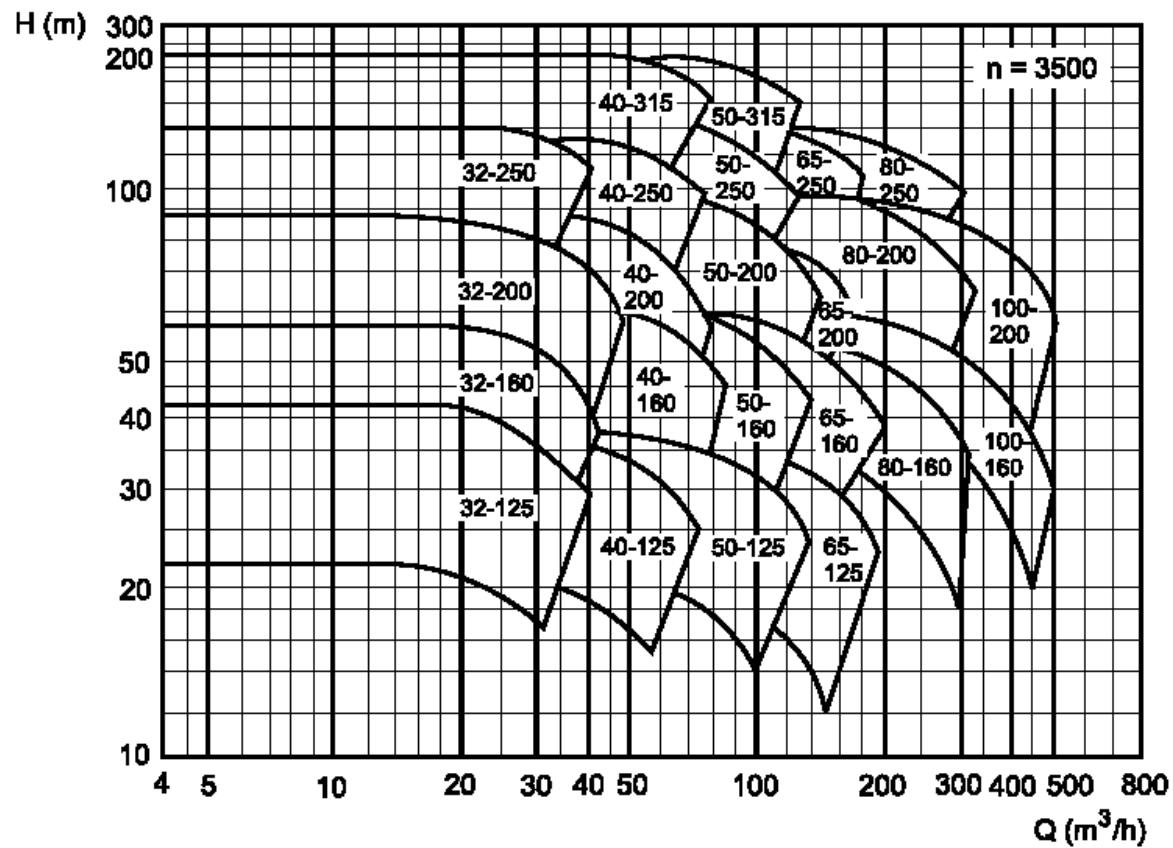
$$\pi_2 = \frac{Q}{n D^3} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right) \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^3$$

$$\pi_3 = \frac{Pot}{n^3 D^5} \quad \frac{Pot_1}{Pot_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^5$$

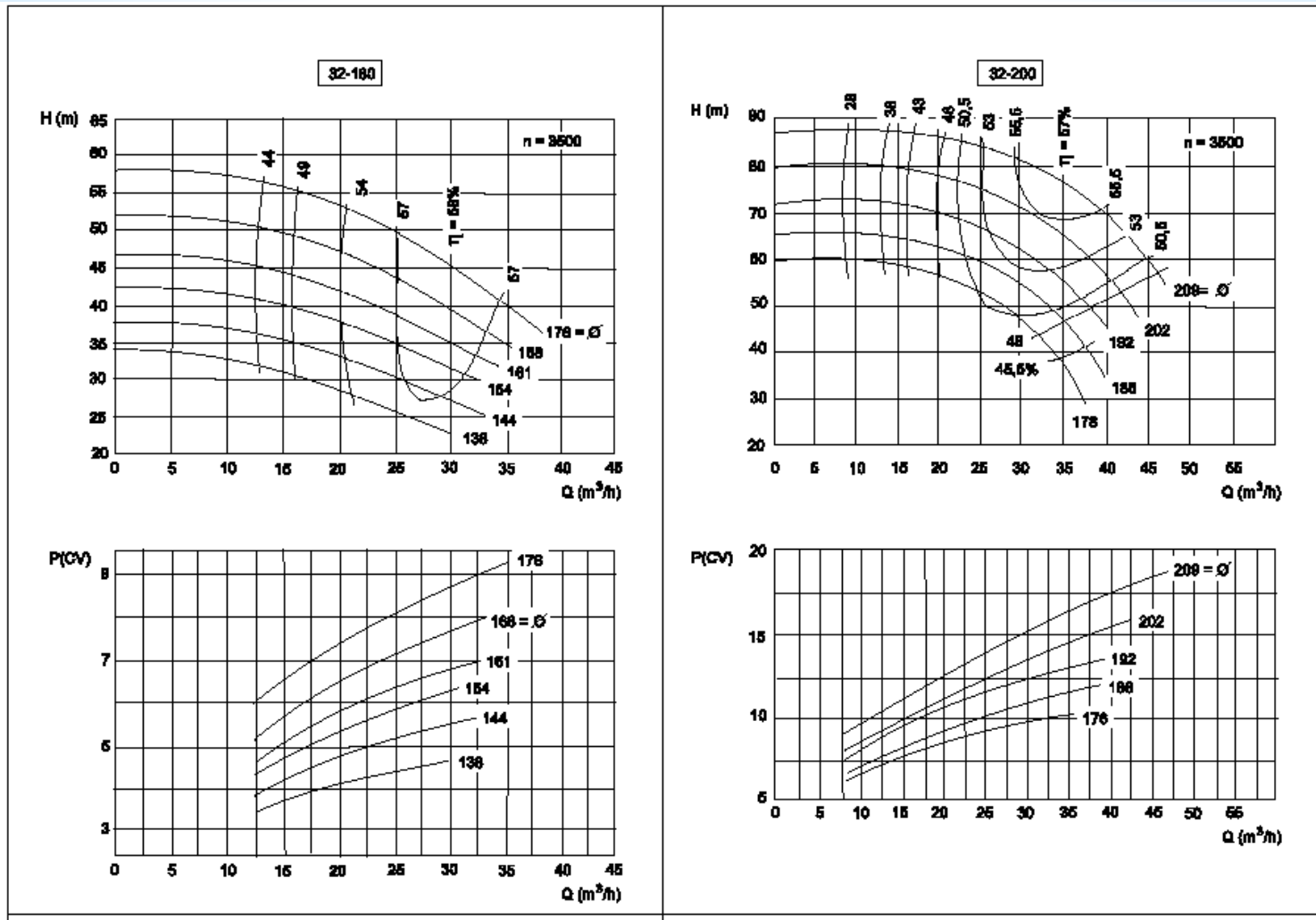
$$\pi_4 = \eta = cte \Rightarrow \eta_1 = \eta_2$$



ento



## \* Seleção do Conjunto Motor Bomba



# \*Curvas Características



\* (Porto, 2006) Um sistema elevatório deverá ser projetado para operar com vazão de 15 L/s, utilizando tubulações de aço galvanizado, vencendo uma altura geométrica de 23 m. Sabendo-se que: o diâmetro do recalque é de 0,10 m ( $f=0,0230$ ), o diâmetro da sucção 0,15 m ( $f=0,0218$ ), o comprimento do recalque é 432 m, o comprimento da sucção é 4,20 m, e a rotação escolhida para a bomba é de 1750 rpm, determine o tipo de bomba, o diâmetro do rotor, o rendimento no ponto de operação, a potência necessária para a bomba e a potência elétrica do motor. As perdas localizadas são tabeladas a seguir

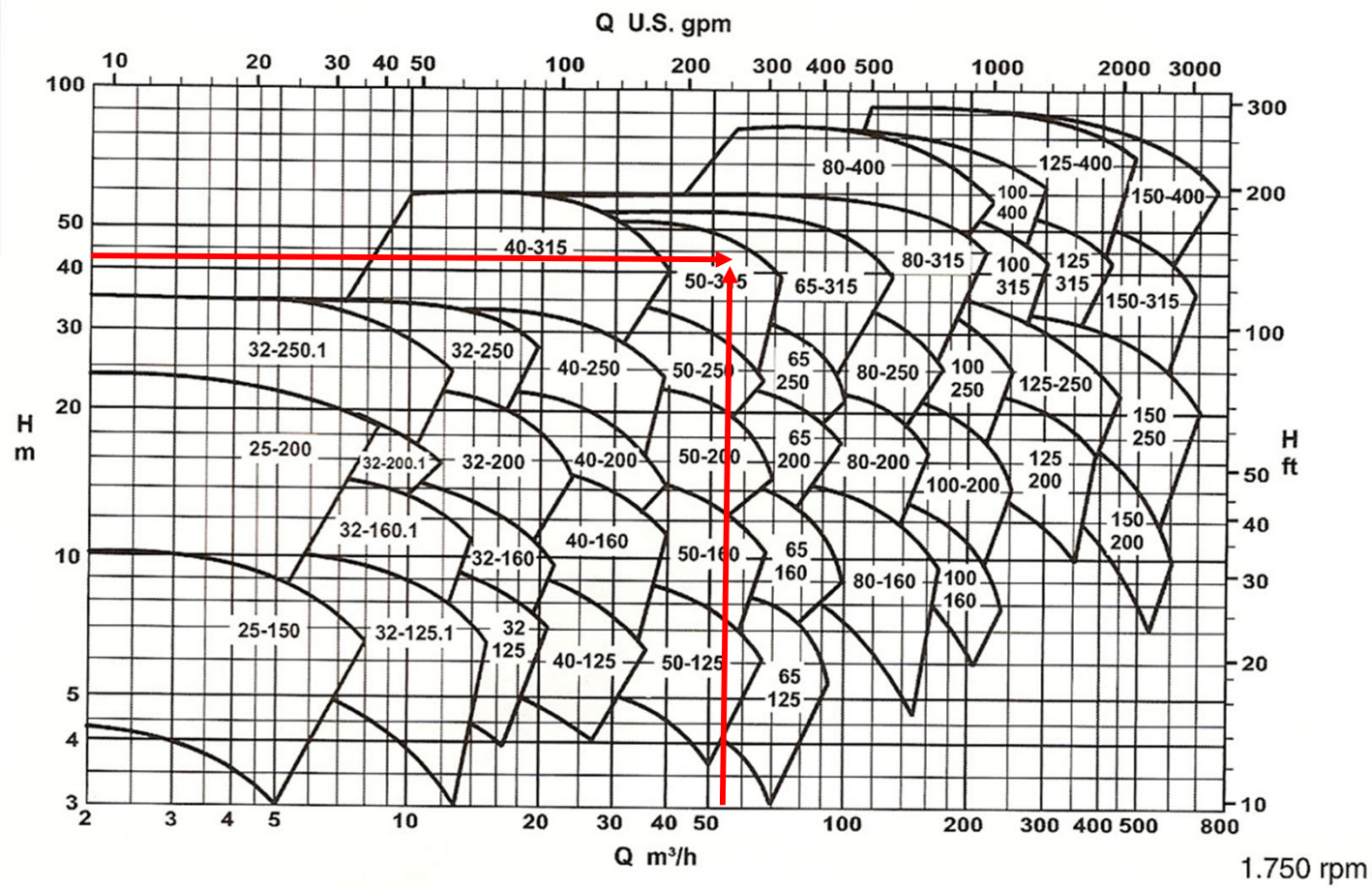
Sucção ( $D_s = 0,15$  m)

Acessório	Comp. equiv. (m)
Válv. de pé e crivo	39,75
Curva 90° R/D = 1,5	1,92
Comp. real	4,20
Comp. total	45,87

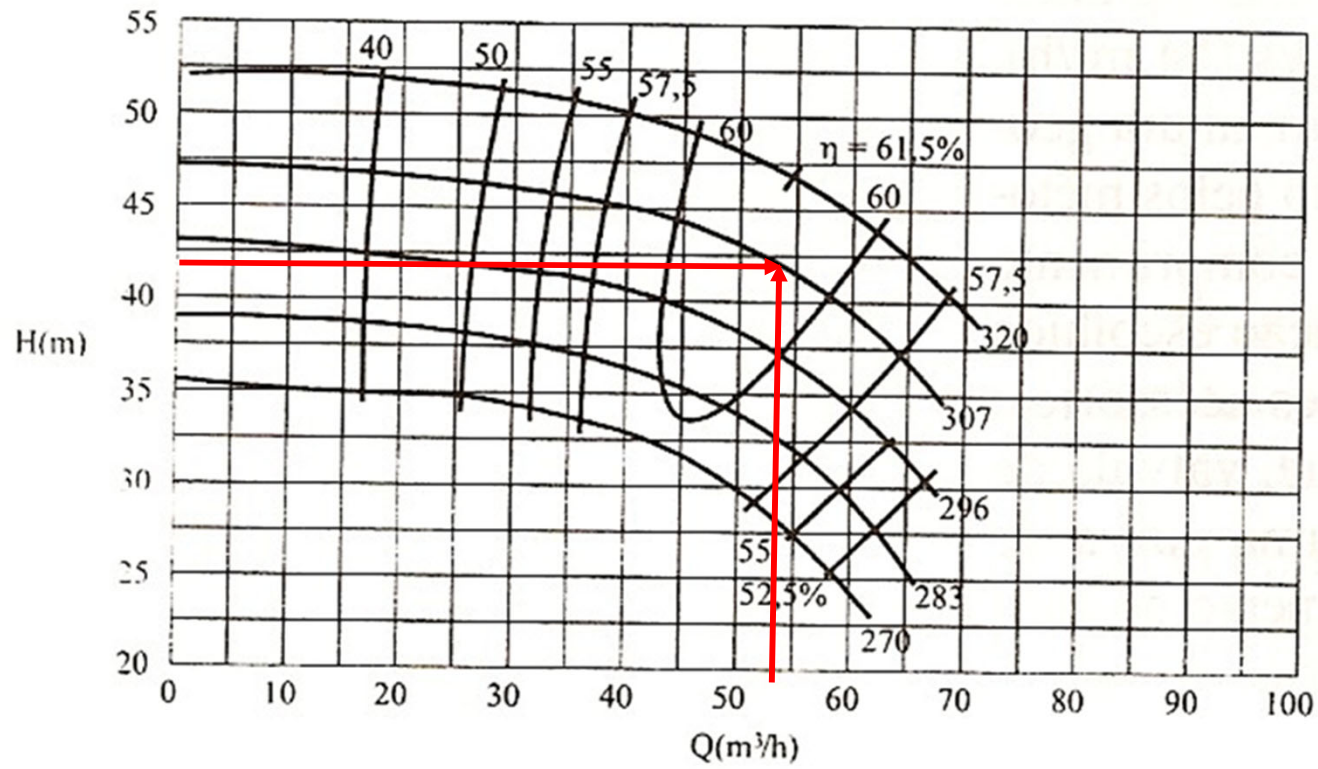
Recalque ( $D_r = 0,10$  m)

Acessório	Comp. equiv. (m)
Reg. de gaveta	0,70
Válv. de retenção	8,36
2 curvas 45°	1,56
Curva 90° R/D = 1	1,75
Comp. real	432,00
Comp. total	444,37

\* Exercício



# KSB MEGANORM 1750 rpm

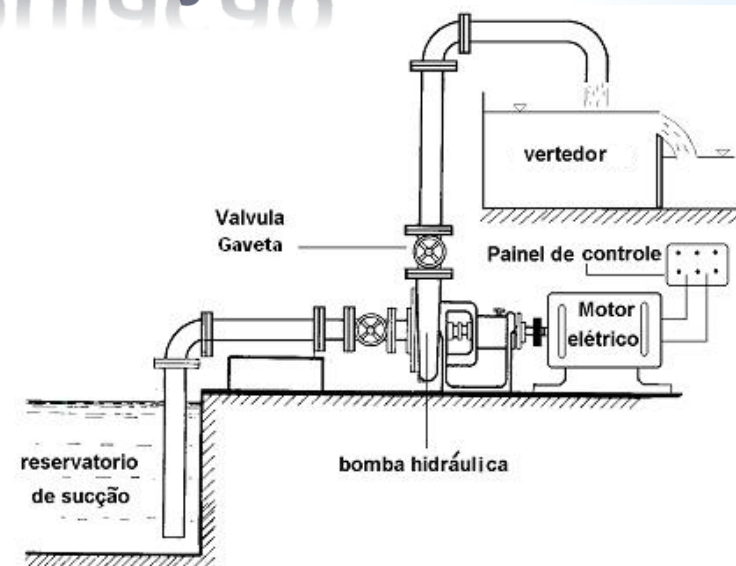


**KSB MEGANORM 50-315**

Potência da bomba	Acréscimo
até 2 hp	50%
2 a 5 hp	30%
5 a 10 hp	20%
10 a 20 hp	15%
maior que 20 hp	10%

\* Potência elétrica do motor

# \* Curva Característica da Tubulação

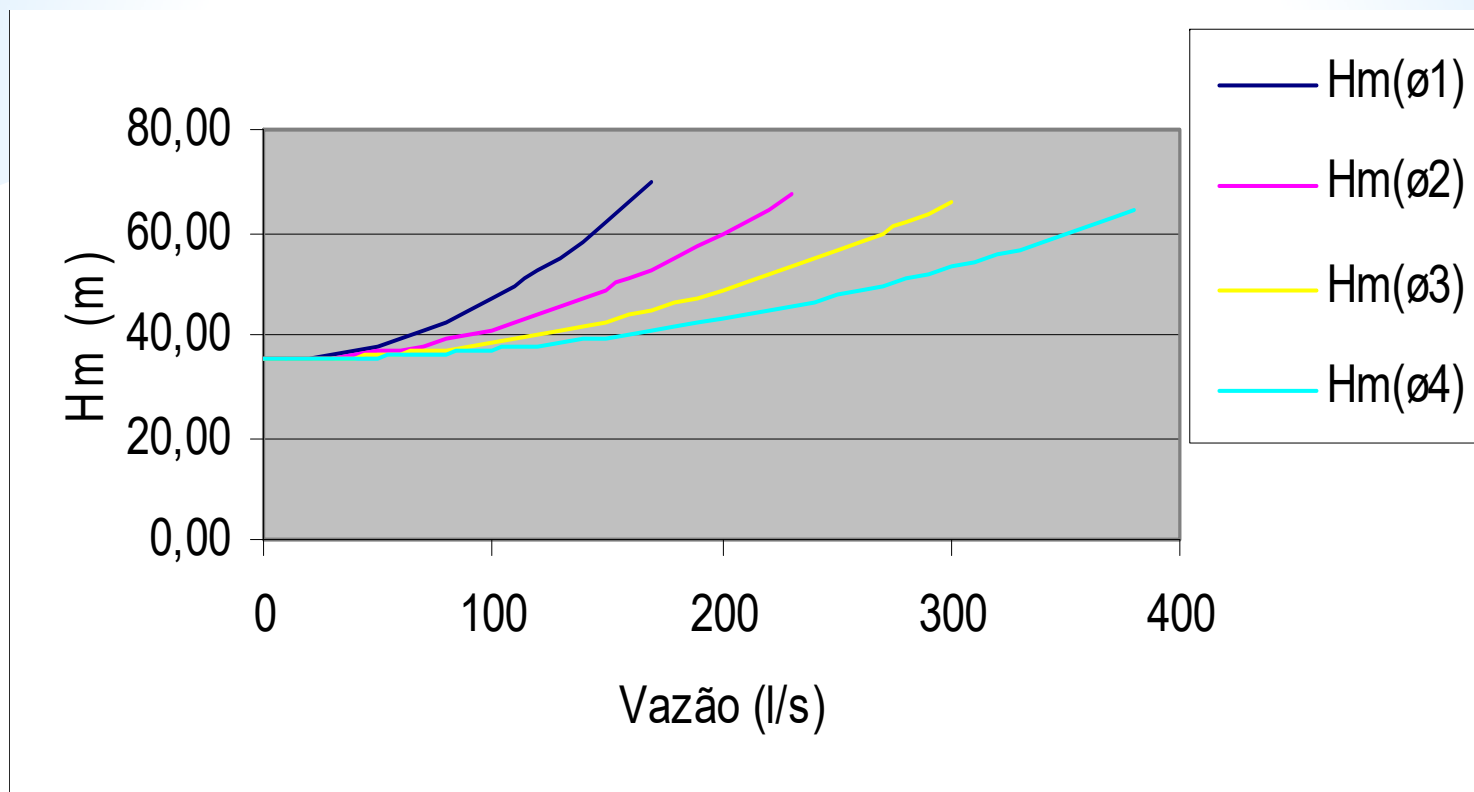


$$H_1 + H_M = H_2$$

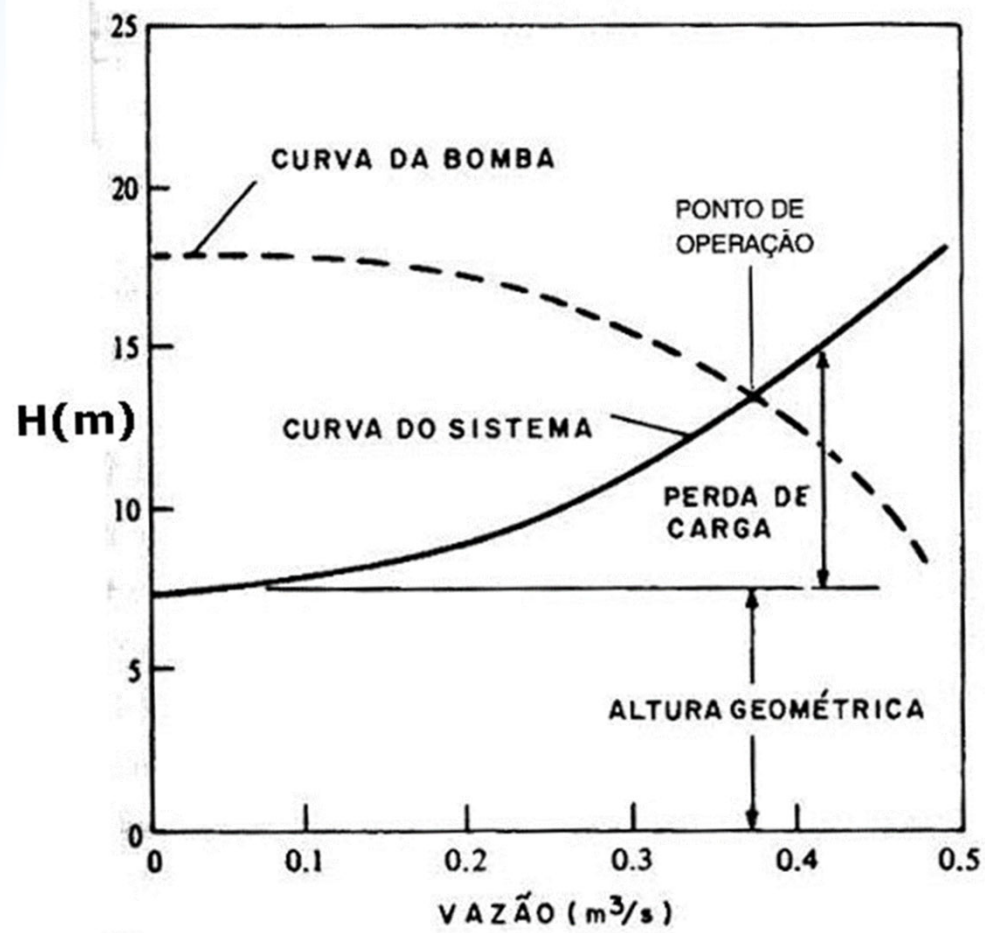


$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 + H_M = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$

## CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA



□  $\varnothing_4 > \varnothing_3 > \varnothing_2 > \varnothing_1$



\* Ponto de funcionamento