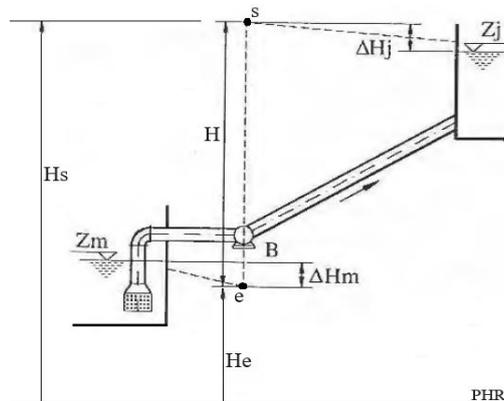


# Potência e Rendimento em Instalações de Bombeamento

Engº Luiz Camargo

De maneira geral, uma instalação típica de bombeamento se mostra como apresentada na figura a seguir:



Instalação de bombeamento. Adaptado de Porto (2004)

$H_s$  = altura de elevação na saída da bomba

$H_e$  = altura de elevação na entrada da bomba

$H$  = altura de elevação da bomba ( $H=H_s-H_e$ ) (usa-se também a notação  $H_m$ , altura manométrica)

$Z_m$  = cota livre do reservatório a montante

$Z_j$  = cota livre do reservatório a jusante

$\Delta H_m$  = perda de carga a montante da bomba (no conduto de sucção)

$\Delta H_j$  = perda de carga a jusante da bomba (no conduto de recalque)

$e$  = indicativo de entrada da bomba

$s$  = indicativo de saída da bomba

PHR = plano horizontal de referência, arbitrário.

Linha tracejada = linha de carga.

A carga na saída da bomba, em relação ao PHR, é igual à carga na entrada da bomba, em relação ao mesmo PHR, somada à altura manométrica da bomba. Isto significa que o ponto de início da altura manométrica não está necessariamente no eixo da bomba; pode estar abaixo (como mostra a figura) ou acima, dependendo das perdas no conduto de sucção e da posição da bomba se está afogada ou não.

A potência de uma máquina, por definição, é dada por:

$$P = \frac{\text{energia mecânica}}{\text{tempo}}$$

$$P = \frac{\text{energia mecânica}}{\text{tempo}} \times \frac{\text{peso}}{\text{peso}}$$

Mas:

$$\frac{\text{energia mecânica}}{\text{peso}} = \text{carga} = H$$

$$\frac{\text{peso}}{\text{tempo}} = \text{vazão em peso} = Q_p$$

Portanto:

$$P = H \times Q_p$$

Mas:

$$Q_p = \gamma Q$$

Logo, se a máquina é uma bomba, então  $H$  é a carga fornecida ao fluido em bombeamento. Portanto, a potência fornecida ao fluido  $P_B$ , que, afinal, é a característica da bomba, é dada por:

$$P_B = \gamma Q(H_s - H_e) = \gamma QH$$

onde:

$P_B$  = potência fornecida ao fluido pela bomba (W)

$\gamma$  = peso específico do líquido em escoamento ( $\text{N/m}^3$ )

$Q$  = vazão em volume ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$H_s$  = altura de elevação na saída da bomba (mca)

$H_e$  = altura de elevação na entrada da bomba (mca)

$H$  = altura de elevação da bomba ( $H=H_s-H_e$ ) (mca)

A potência fornecida ao fluido em escoamento é inferior à potência no eixo da bomba, devido às perdas nas transformações energéticas que ocorrem. Designando por  $\eta$  o rendimento dessas transformações, que será sempre inferior à unidade, tem-se:

$$\eta = \frac{\text{potência fornecida ao fluido}}{\text{potência no eixo da bomba}} = \frac{P_B}{P} = \frac{\gamma QH}{P}$$

Portanto:

$$P = \frac{\gamma QH}{\eta}$$

Para água, que tem  $\gamma=9789 \text{ N/m}^3$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , tem-se:

$$P = \frac{9789QH}{\eta} \text{ [W]}$$

Como  $1 \text{ W} \cong 0,0013596 \text{ CV}$  (fonte: IPEM), então:

$$P = \frac{QH}{0,075\eta} \text{ [CV]}$$

Como  $1 \text{ W} \cong 0,001341 \text{ HP}$  (fonte: IPEM), então:

$$P = \frac{QH}{0,076\eta} \text{ [HP]}$$

Bibliografia:

1 - IPEM - Inst. de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo, "Conversor de Unidades". Disponível em <https://www.ipem.sp.gov.br/index.php/cidadao/servicos/conv-uni>. Acesso: dez/2023.

2 - Porto, R.M., "Hidráulica Básica", EESC-USP, São Carlos, 2004.

3 - Quintela, A.C., "Hidráulica", Fund. Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981.

LC, Vitória, dez/2023.