

# MEC070 – MÁQUINAS DE FLUXO

## Lista de Exercícios 02

1. Uma bomba centrífuga para alimentação d'água de uma caldeira, desenvolve uma altura efetiva de carga de 80 m e bombeia água a 90 °C desde o reservatório de sucção, aberto à atmosfera até a caldeira. A perda de carga na tubulação de sucção é de 0,5 m. A pressão barométrica é de 725 Torr. A vazão volumétrica é 0,25 m<sup>3</sup>/s. O diâmetro da tubulação na seção de entrada da bomba é 400 mm. O coeficiente de cavitação de Thoma é 0,10.
  - a) Determine a altura geodésica máxima da instalação dessa bomba.
  - b) Realize o layout da instalação com indicação do nível de referência da bomba em relação ao nível de referência de recalque.
  - c) Se a pressão da caldeira for 8,2 bar e o nível de referência da bomba está 6 m abaixo do nível do evaporador na caldeira, quais são as perdas totais no acionamento da bomba?
2. Uma bomba centrífuga trabalha com um coeficiente de Thoma de 0,11. Desenvolve uma altura útil de 90 m. A pressão barométrica é de 1 bar. A pressão de saturação do líquido bombeado (SG = 1,4) para a temperatura de operação é 0,030 bar. As perdas na tubulação de sucção são 1,5 m. Calcular a máxima altura geométrica de sucção para evitar a cavitação.
3. Uma bomba centrífuga não afogada de inicialização automática é usada para bombear água a 343K de um reservatório cuja superfície está a 2,5 m em relação a linha central da entrada da bomba (Ver figura 1). O tubo é de PVC com diâmetro interno de 26 mm e altura de rugosidade interna desprezível. O comprimento do tubo da entrada submersa do tubo até a entrada da bomba é de 4 m. Existem apenas duas perdas menores no sistema de tubulação entre a entrada do tubo e a entrada da bomba: uma entrada com reentrância afiada ( $K_L = 0,88$ ), e um cotovelo de 90° comum, uniforme e com flange ( $K_L = 0,4$ ). A carga de sucção positiva líquida necessária da bomba é fornecida pelo fabricante como um ajuste de curva:  $NPSH_{necessário} = 2,5 \text{ m} + (0,0013 \text{ m/Lpm}^2)Q^2$ , onde a vazão volumétrica está em Lpm.
  - a) Estime a vazão máxima (em unidades de Lpm) que pode ser bombeada sem cavitação.

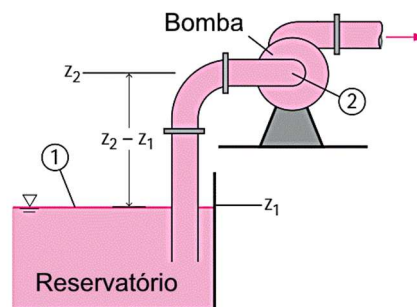


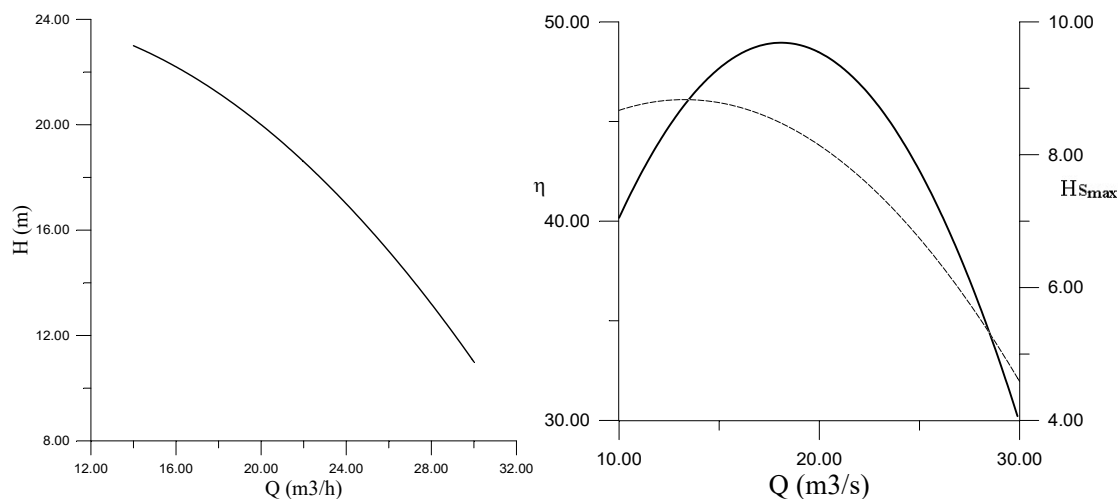
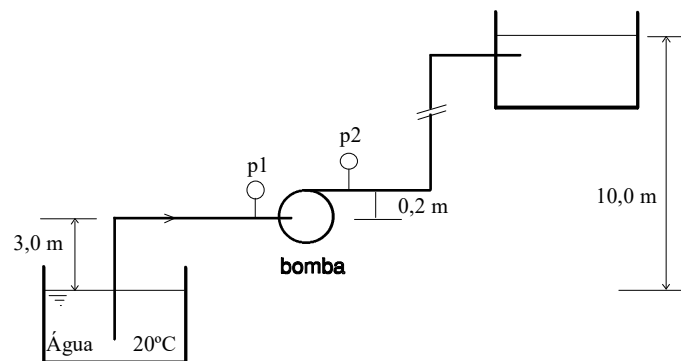
Figura 1

4. Uma bomba centrífuga de 14,62 in de diâmetro, operando água a 2134 rpm, apresenta os seguintes dados:

Q (l/s)	0	56,6	113,2	169,8	226,4	283,0
H (m)	103,6	103,6	103,6	100,6	91,4	67,1
W <sub>e</sub> (hp)	135	160	205	255	330	330

O diâmetro da bomba é aumentado proporcionalmente a 18 in, operando água no PMR a 1760 rpm. A NPSH obtida experimentalmente é 4,9 m, e a perda por atrito entre a entrada e a bomba é 6,7 m. A NPSH será suficiente para evitar a cavitação, se a entrada da bomba é posicionada a 2,7 m abaixo da superfície de um reservatório ao nível do mar?

5. Uma bomba, cuja curva característica é dada abaixo, está montada em um sistema de bombeamento, como ilustra a figura seguinte. A tubulação de sucção tem diâmetro de 100 mm e a de descarga, 75 mm. A vazão descarregada pela bomba é 25 m<sup>3</sup>/h, e o vacuômetro montado na sucção mede uma pressão absoluta, p<sub>1</sub> de 4,5 mca (absoluta). Determinar:
- A pressão p<sub>2</sub> de recalque da bomba;
  - A perda de carga na tubulação de sucção e recalque do sistema;
  - A potência de eixo da bomba;
  - O desnível máximo de sucção desta bomba;
  - O novo valor da pressão p<sub>1</sub> se a bomba for reinstalada com o desnível máximo de sucção.



6. A  $NPSH_r$  para uma bomba é dada pelo fabricante como 8 m. Essa bomba é utilizada para bombear água desde um reservatório a uma taxa de  $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ . O nível de água no reservatório é 1,3 m abaixo do nível de referência da bomba. A pressão atmosférica é 0,97 atm e a temperatura d'água é  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Assuma uma perda total de altura na sucção de 1,17 mca. Determine se é segura ou não a operação da bomba pelos efeitos de cavitação.
7. Para um local de alta vazão e uma altura de queda de 15 m, deseja-se projetar uma única turbina de 2 m de diâmetro que desenvolve 3.000 hp a uma rotação de 420 rpm e 75 % de rendimento. Decide-se primeiro testar um modelo geometricamente semelhante com rotor de 0,3 m, operando a 1.280 rpm. (a) Qual é o tipo provável de turbina no protótipo? Quais são os valores apropriados para (b) altura de queda e (c) vazão para o modelo em teste? (d) Calcule a potência que se espera obter no modelo de turbina.
8. Um sistema de bombeamento deve ser especificado para uma estação elevatória de uma instalação de tratamento de esgoto. A vazão média é 240 milhões de litros por dia e a elevação requerida é 30 m. Rotores à prova de entupimento devem ser utilizados; uma eficiência global de aproximadamente 75% é esperada. Para uma instalação conveniente, motores elétricos de 45 kW ou menos são desejados.
- Determine o número de unidades motor/bomba necessário.
  - Recomende uma velocidade de operação apropriada (rotação de cada rotor).
- A eficiência máxima tende a ocorrer para a operação das bombas de  $N_{sp} = 2000$ .
9. Propõe-se utilizar uma bomba de  $36\frac{3}{4}$  in e outra de 32 in (mapa na Figura 1), em paralelo para fornecer água a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ . A curva do sistema é  $H_s = 15,24 + 0,07Q^2$ , com Q em  $\text{m}^3/\text{min}$ .
- Qual será a altura de carga e a vazão se ambas as bombas giram a 1.170 rpm?
  - Se a rotação da bomba de 32 in for reduzida abaixo de 1.170 rpm, em qual rotação ela interromperá o fornecimento?

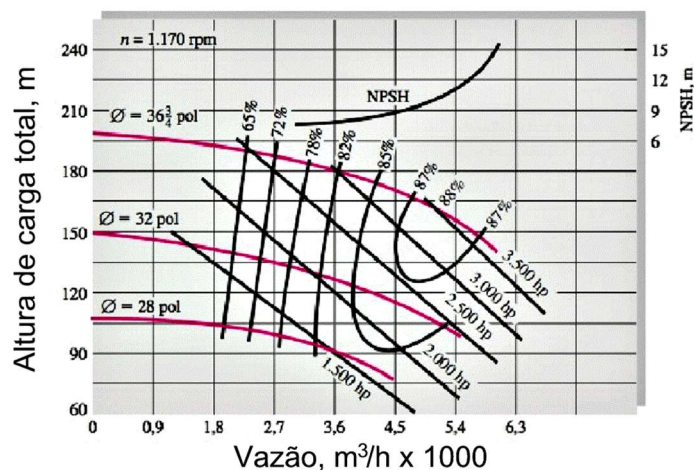


Figura 1. Curvas de desempenho de bombas centrífugas.

10. Duas bombas de 38 in da Figura 1 são associadas em paralelo para o sistema da Figura 2. Despreze as perdas localizadas. Para a água a 40°C, calcule a vazão e a potência necessária se a) ambas as bombas estiverem funcionando e, b) uma bomba estiver desligada e isolada. Obter as respostas no S.I.

