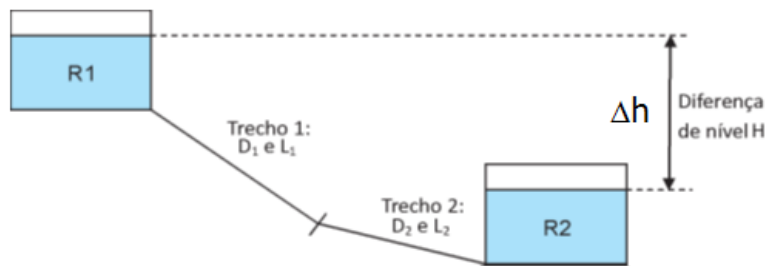


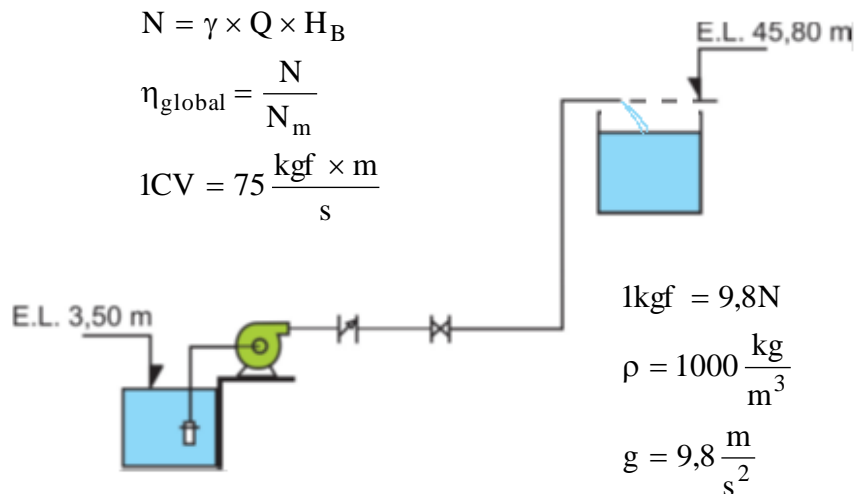
Nome: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

**1ª Questão:** A figura a seguir mostra uma adutora composta por dois trechos em série, ligando dois reservatórios. Sabe-se que a vazão de escoamento é  $Q_{qL}$  e que  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $D_1$  e  $D_2$  representam, respectivamente, os comprimentos e diâmetros dos trechos 1 e 2 que são do mesmo material.



Pede-se a expressão para o cálculo da vazão em queda livre em função de uma constante numérica que deve ser especificada, da diferença do nível  $H$  ( $\Delta h$ ), dos coeficientes de perda de carga distribuída e dos dados anteriores  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $D_1$  e  $D_2$ . (**valor – 1,5**)

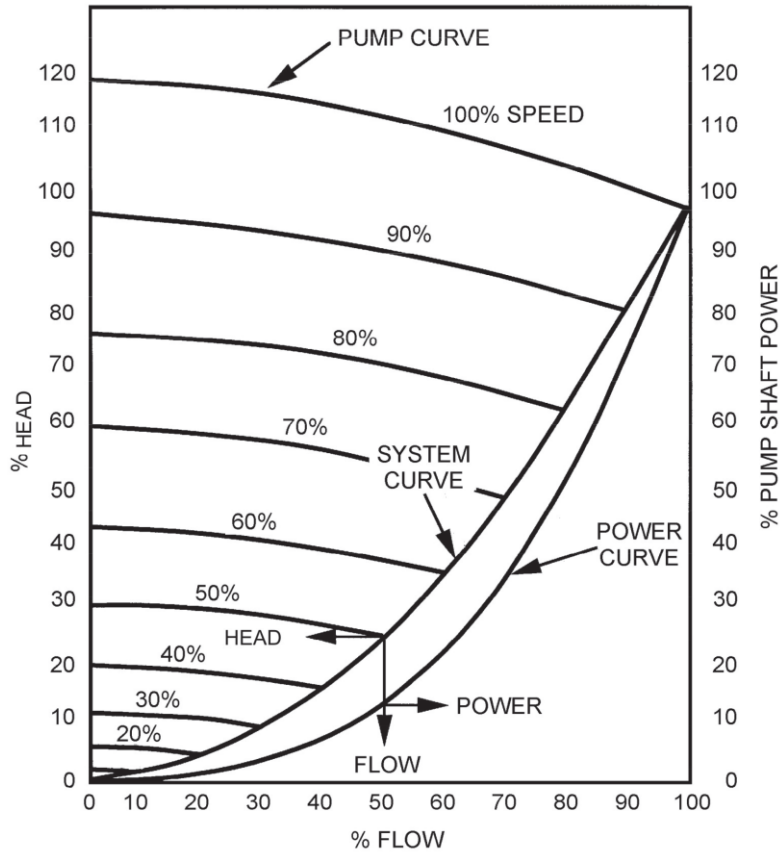
**2ª Questão:** Considere a figura e as informações a seguir.



**Dados:** o rendimento do grupo motor-bomba é 0,8; a vazão a ser recalçada é 0,5 L/s do reservatório inferior até o reservatório superior, conforme a figura; a perda de carga total para a sucção é 0,85 m; a perda de carga total para o recalque é 2,30 m e que a carga cinética na saída é desprezível.

Qual a menor potência, em CV, do motor comercial que deve ser especificado para este caso? (**valor – 1,0**)

3ª Questão: Uma bomba centrífuga trabalha em condição plena, a 3.500 rpm, com vazão de 80 m<sup>3</sup>/h, carga manométrica de 140 m, e absorve uma potência de 65 HP. Por motivos operacionais, esta bomba deverá ter a sua rotação reduzida em 20%. O gráfico abaixo mostra a relação entre vazão, carga e potência absorvida em uma bomba centrífuga, conforme as leis de semelhança. Considerando essas informações, calcule a nova carga da bomba (m), a nova vazão (m<sup>3</sup>/h) e da nova potência absorvida (HP).  
**(valor – 1,5)**



ASHRAE. H VAC: **Systems & Equipment Handbook**, 2000.

4ª Questão: Água é transferida de um reservatório para outro, cujo nível de referência encontra-se 30 m acima do primeiro. Essa transferência é efetuada através de uma tubulação com diâmetro interno igual a 0,254 m e comprimento total de 450 m. Ambos os reservatórios encontram-se sob pressão atmosférica. Como o número de conexões é pequeno, a perda de carga localizada (em virtude dessas conexões) pode ser atribuída somente a uma válvula globo (posicionada no recalque da bomba centrífuga) utilizada para regular a vazão transferida entre os reservatórios. A equação de Bernoulli, modificada para fluidos reais, aplicada entre dois pontos localizados nas superfícies dos reservatórios, leva à obtenção da chamada curva de carga do sistema, que, para a condição de válvula totalmente aberta e variação desprezível dos níveis no interior dos reservatórios, apresenta a seguinte forma:  $H_s = 30 + 1.655 Q^2 + 99 Q^2$ , na qual  $H_s$  é a carga que deve ser desenvolvida pela bomba para que escoe uma vazão volumétrica  $Q$  através da tubulação. Nesta equação,  $[H_s] = \text{m de coluna de fluido escoando}$  e  $[Q] = \text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Dentre os termos em  $Q^2$ , o de maior coeficiente responde pela perda de carga distribuída (efeitos viscosos na região de escoamento estabelecido). A curva característica da bomba centrífuga utilizada no sistema pode ser aproximada por:  $H_B = 150 - 4.650 Q^2$ , na qual  $H_B$  é a carga desenvolvida pela bomba quando ela bombeia uma vazão volumétrica  $Q$ . Também neste caso,  $[H_B] = \text{m de coluna de fluido escoando}$  e  $[Q] = \text{m}^3/\text{s}$ . Com base nestas informações e admitindo que se esteja operando em uma faixa de números de Reynolds, na qual o fator de atrito se mantenha constante (escoamento totalmente turbulento), determine:

- a) vazão transferida do reservatório inferior para o superior, estando a válvula totalmente aberta; (**valor – 0,5**)
- b) nova vazão com a válvula fechada em 50%. Considere que o coeficiente de perda de carga singular da válvula aberta ( $K_{ab}$ ) é igual a 8,0 e que, para válvulas globo 50% fechadas,  $K_S = 8 K_{ab}$ . (**valor – 0,5**)