Gabarito turmas B3, B6, B9, B12, B15 E B18.

1ª Questão:

Importante: não serão aceitas só respostas, portanto todos os equacionamentos para obtenção das respostas devem ser apresentados, além disto, não serão aceitas as respostas sem as unidades.

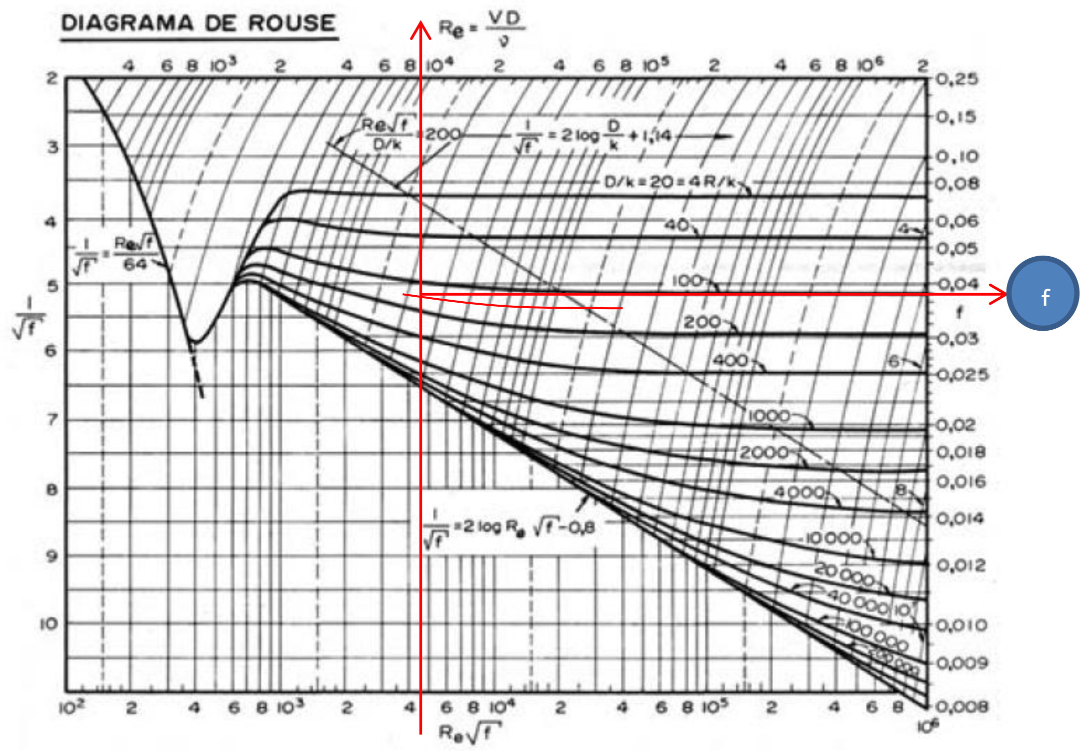
a. estimar a vazão pelo diagrama de Rouse; (valor – 1,0)

Começamos determinando a perda de carga distribuída:

$$h_f = \frac{\Delta p}{\gamma} = h \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}} \right)$$

Calculamos então o adimensional $Re\sqrt{f} = \frac{D}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D \times 2g}{L}}$

Para utilizarmos o diagrama de Rouse, calculamos: $\frac{D}{K}$



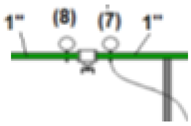
Pelo Rouse, obtemos f e aí podemos determinar a vazão:

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times (A)^2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{h_f \times D \times 2g \times (A)^2}{f \times L}} \cong Q \frac{m^3}{s}$$

b. o coeficiente de perda de carga singular da válvula gaveta de 1”. (valor – 0,5)

Aplica-se a equação da energia entre as seções (7) e (8) e evoca-se a expressão para o cálculo da perda de carga singular:



$$H_7 = H_7 + h_{S_{V.GA}} \rightarrow z_7 + \frac{p_7}{\gamma} + \frac{\alpha_7 \times v_7^2}{2g} = z_8 + \frac{p_8}{\gamma} + \frac{\alpha_8 \times v_8^2}{2g} + h_{S_{V.GA}}$$

$$h_{S_{V.GA}} = \frac{p_7 - p_8}{\gamma} = \frac{p_7 - p_8}{997{,}3 \times 9{,}8}$$

$$p_7 = p_{m7} + \gamma \times h_7$$

$$p_8 = p_{m8} + \gamma \times h_8$$

$$v = v_{1"}$$

$$h_{S_{V.GA}} = K_{S_{V.GA}} \times \frac{v_{1"}^2}{2g} \therefore K_{S_{V.GA}} = \frac{h_{S_{V.G}} \times 2g}{v_{1"}^2}$$

Para a determinação da velocidade média de 1” calculamos a vazão de escoamento e aplicamos a equação da continuidade para o escoamento incompressível e em regime permanente:

$$Q = \frac{\Delta h \times A_{\tan que}}{t}$$

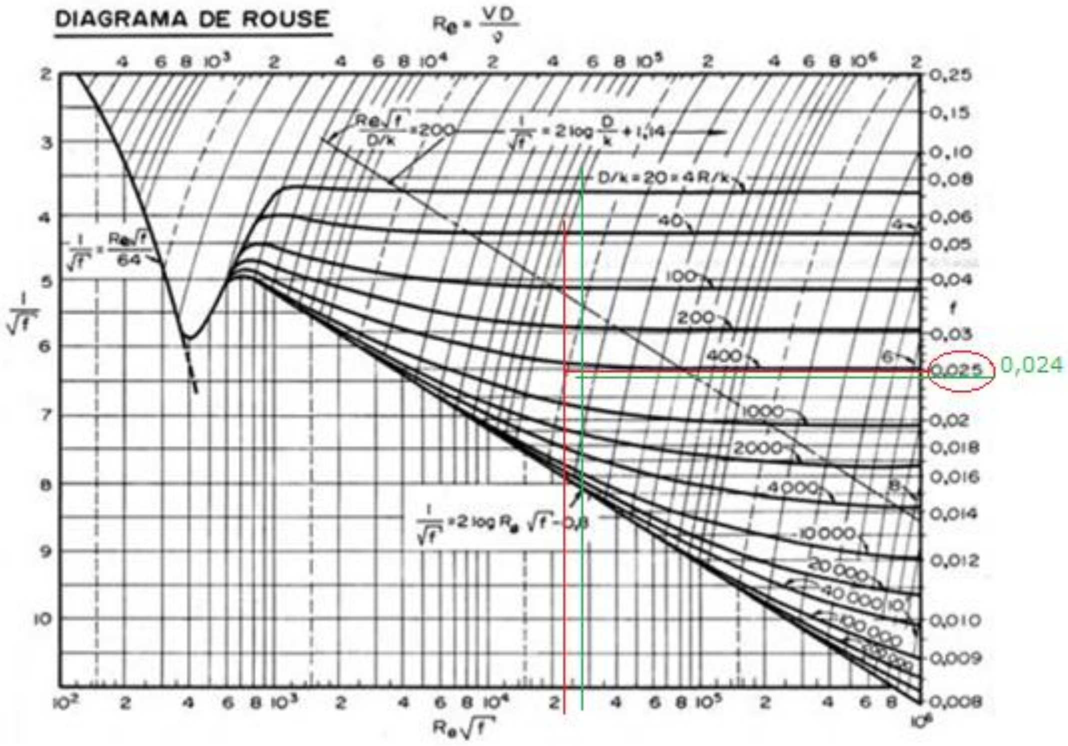
$$v_{1"} = \frac{Q}{A_{1"}} = \frac{Q}{5{,}57 \times 10^{-4}}$$

Turma			L(m)	h_{dist} (mmHg)	p_{m7}	Unidade p_7	h_7 (cm)	p_{m8}	Unidade p_8	h_8 (cm)	Δh(mm)	t(s)	A_{tanque} (m²)
3	9	15	2	187	12	psi	23	10	psi	23	100	19,82	0,548
		19	2	171	15	psi	23	12	psi	25	100	20,56	0,548
6	12		1,99	308	55	kPa	8,5	38	kPa	8,5	100	15,87	0,563

T_{fluido} (ºC)	ρ_{H2O} (kg/m³)
24	997,3
ρ_{Hg} (kg/m³)	ν (m²/s)
13536	9,13E-07
p_{vapor_abs} (Pa)	
2983,65	

D_N	D_{int} (mm)	A (cm²)
1”	26,6	5,57
1,5”	40,8	13,1
2”	52,5	21,7
Kaço (m)	4,60E-05	

Turma			h_f (m)	$Re\sqrt{f}$	D_H/K	f_{lido}	Q(m³/s)
3	9	15	2,4	2,3e4	578	0,025	0,00276
		19	2,1	2,2e4	578	0,025	0,00264
6	12		3,9	2,9e4	578	0,024	0,00362



Para o cálculo do coeficiente de perda de carga singular nós especificamos as pressões no SI e para tal recorremos ao CONVERT, onde 1 psi = 6894,757 Pa

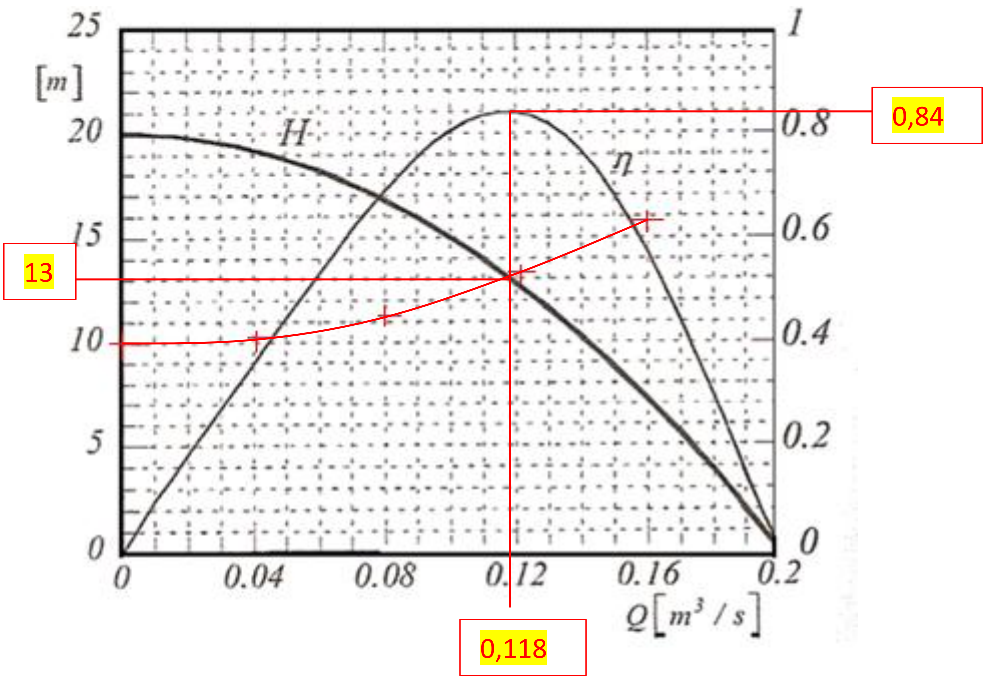
			p_7 (Pa)	p_8 (Pa)	hs (m)	Q(m^3/s)	$v_{1''}$ (m/s)	**Ks**
3	9	15	84985,0	71195,5	1,4	0,00276	5,0	1,1
		19	105669,3	85180,5	2,1	0,00267	4,8	1,8
6	12		55830,8	38830,8	1,7	0,00355	6,4	0,8

2ª Questão: pede-se especificar o consumo mensal de energia. (valor – 2,0)

Para executarmos o cálculo solicitado, devemos adotar o seguinte procedimento:

- determinar a equação da CCI: $H_S = 10 + 222{,}5 \times Q^2 \rightarrow [H_S] = m \text{ e } [Q] = \frac{m^3}{s}$ **(0,25);**
- traçar a CCI e obter o ponto de trabalho, para tal devemos calcular a carga que o sistema necessita para se ter o escoamento a uma vazão Q:

Q(m³/s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16
H_S(m)	10	10,4	11,4	13,2	15,7



No cruzamento da CCI com a CCB acima, lemos o ponto de trabalho:

$$Q_\tau \cong 0{,}118 \frac{m^3}{s} \Rightarrow (0{,}25)$$

$$H_{B_\tau} \cong 13m \Rightarrow (0{,}25)$$

$$\eta_{B_\tau} \cong 0{,}84 \Rightarrow (0{,}25)$$

$$N_{B_\tau} = \frac{997{,}3 \times 9{,}8 \times 0{,}118 \times 13}{0{,}84} \cong 17848{,}4W \cong 24{,}3CV \Rightarrow (0{,}25)$$

Calculada a potência nominal da bomba, adotamos um rendimento de 90% para o motor e calculamos a potência de referência do mesmo:

$N_{m_{ref}} = \frac{N_B}{0,9} = \frac{24,3}{0,9} \cong 27CV$, portanto escolhe-se o motor trifásico de 220V igual a 30 CV. **(0,25)**

Especificado o motor elétrico é possível calcular o consumo mensal da energia:

$$Consumo_{mensal_{energia}} = 30 \times 75 \times 9,8 \times \frac{1}{1000} \times 18 \times 30 = 11907 \frac{kWh}{mes} \Rightarrow (0,5)$$

3ª Questão:

a. verificar a supercavitação (cavitação na entrada da bomba); (valor – 1,0)

Para a verificação do fenômeno de supercavitação devemos calcular a pressão na entrada da bomba e para isso aplicamos a equação da energia entre o nível de captação e a seção de entrada da bomba, a qual iremos considerar sendo a correspondente ao diâmetro de 2":

$$H_0 = H_e + H_{p_{aB}} \Rightarrow z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} + H_{p_{aB}}$$

Adotando-se o PHR no nível de captação, temos:

$$0 = 1,1 + \frac{p_e}{996,2 \times 9,8} + \frac{\left(4 \times 10^{-3}\right)^2}{19,6 \times \left(21,7 \times 10^{-4}\right)^2} + H_{p_{aB}}$$

$$H_{p_{aB}} = H_{p_{2"}} + H_{p_{1,5"}}$$

$$H_{p_{aB}} = 0,0216 \times \frac{(1,7 + 15,05)}{0,0525} \times \frac{\left(4 \times 10^{-3}\right)^2}{19,6 \times \left(21,7 \times 10^{-4}\right)^2} + 0,0221 \times \frac{0,38}{0,0408} \times \frac{\left(4 \times 10^{-3}\right)^2}{19,6 \times \left(13,1 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_{p_{aB}} = 1,2 + 0,1 = 1,3m \Rightarrow (0,25)$$

$$0 = 1,1 + \frac{p_e}{996,2 \times 9,8} + \frac{\left(4 \times 10^{-3}\right)^2}{19,6 \times \left(21,7 \times 10^{-4}\right)^2} + 1,3 \Rightarrow p_e = -25123,1Pa \Rightarrow (0,25)$$

Determinada a pressão na seção de entrada da bomba, podemos verificar a existência, ou não, da supercavitação, lembrando que a condição para a mesma não ocorrer é: $p_{e_{abs}} > p_{vapor}$.

Considerando a transformação da unidade pelo CONVERT, temos:

$$p_{atm} = 702mmH = 93592{,}3Pa$$
$$p_{e_{abs}} = -25123{,}1 + 93592{,}3 = 68469{,}2Pa$$

Portanto não ocorre a supercavitação. (0,50)

b. verificar a cavitação através do NPSH. (valor – 0,5)

Calculamos o $NPSH_{disponível}$ e o $NPSH_{requerido}$:

$$NPSH_{disp} = z_0 + \frac{p_{0_{abs}} - p_{vapor}}{\gamma} - H_{p_{aB}}$$
$$NPSH_{disp} = -1{,}1 + \frac{93592{,}3 - 3779{,}6}{996{,}2 \times 9{,}8} - 1{,}3$$
$$NPSH_{disp} \cong 6{,}8m \Rightarrow (0{,}25)$$

$$NPSH_{req} = H_{e_{abs}} - \frac{p_{vapor}}{\gamma}$$
$$NPSH_{req} = \frac{68469{,}2}{996{,}2 \times 9{,}8} + \frac{\left(4 \times 10^{-3}\right)^2}{19{,}6 \times \left(21{,}7 \times 10^{-4}\right)^2} - \frac{3779{,}6}{996{,}2 \times 9{,}8} \cong 6{,}8m \Rightarrow (0{,}25)$$

Aqui não existe e nem poderia existir a reserva contra a cavitação, isto porque não daria para se ter $NPSH_{disponível}$ diferente do $NPSH_{requerido}$.

Observação: o $NPSH_{requerido}$ deveria ser calculado pelo fator de Thoma!