

Primeira parte da P1 da turma 240

Gabarito da turma B

1ª Questão: Um óleo OC-4 será bombeado à razão de 5150 litros/h através de uma tubulação de aço ($K = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$), diâmetro nominal de 1 polegada, série 80, ligando a dois tanques abertos, com um comprimento de tubulação total igual a 130 metros, onde utiliza-se: 9 curvas macho de 90° (Tupy), 2 tês de passagem direta (Tupy), 3 válvulas gavetas (Mipel), uma válvula globo reta sem guia (Mipel), uma válvula de retenção vertical (Mipel), vinte e uma uniões da Tupy e um filtro de linha ($L_{eq} = 0,4 \text{ m}$). Calcule a perda de carga e faça uma estimativa da potência da bomba ($\eta_B = 70\%$) a ser utilizada. Dados: densidade do óleo nas condições de escoamento, 879 Kg/m^3 , viscosidade $4,4 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, desnível entre os tanques 25 m e aceleração da gravidade igual a $9,8 \text{ m/s}^2$. (valor – 2,0)



DEVEMOS PROCURAR ESTABELECEER, TANTO AS CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO (SEÇÃO INICIAL), COMO AS CONDIÇÕES DA SEÇÃO FINAL E PELO FATO DE NÃO TER SIDO MENCIONADO O COMPRIMENTO EQUIVALENTE NA SEÇÃO DE SAÍDA (SEÇÃO FINAL), VAMOS CONSIDERAR QUE AS SEÇÕES INICIAL E FINAL SÃO REPRESENTADAS POR NÍVEIS DE FLUIDO!



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

$$H_{\text{inicial}} = 0$$

$$H_{\text{final}} = 25\text{m}$$



Evocando a fórmula
universal para o
cálculo das perdas:

$$h_f = f \times \frac{(L + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Verificamos a
necessidade da
determinação do
 D_H , da A , do L e
da somatória
dos Leq .



Com trata-se de
conduto circular
forçado, temos:



$$D_H = D_{\text{interno}}$$

Neste exemplo,
temos uma
instalação de
bombeamento
com um único
diâmetro.



Tubulação única com $D_N = 1''$ com
espessura 80, portanto:

$$D_{\text{int}} = 24,3\text{mm} \rightarrow A = 4,64\text{cm}^2 \rightarrow L = 130\text{m}$$

$$\text{válvula de retenção vertical Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 10,97\text{m}$$

$$\text{curvas macho de } 90^\circ \text{ da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{cotovelos}} = 9 \times 0,67 = 6,03\text{m}$$

$$\text{tês de passagem direta da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{tês}} = 2 \times 0,17 = 0,34\text{m}$$

$$\text{uniões da Tupy} \rightarrow \text{Leq} = 21 \times 0,01 = 0,21\text{m}$$

$$\text{válvula gaveta da Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 3 \times 0,33 = 0,99\text{m}$$

$$\text{válvula globo reta sem guia} \rightarrow \text{Leq} = 8,54\text{m}$$

$$\text{filtro de linha} \rightarrow \text{Leq} = 0,4\text{m}$$

Portanto no
recalque temos:

$$L + \sum \text{Leq} = 130 + 27,48$$

$$L + \sum \text{Leq} = 157,48\text{m}$$

(0,25)



Para o cálculo das perdas, devemos calcular os coeficientes de perda de carga distribuída, para isto devemos conhecer as propriedades do fluido que escoa:

óleo OC - 4

$$\rho = 879 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\mu = 4,4 \times 10^{-3} \text{ Pa} \times \text{s}$$



Pela determinação do "f" no sítio www.escoladavida.eng.br para sucção:

$$f = 0,0315$$

(0,25)

Neste exemplo existe um único diâmetro e portanto um único "f" para a vazão estabelecida.



Aí podemos
calcular as
perdas:



$$H_{p_{\text{total}}} = H_{p_1''}$$

$$H_{p_1''} = 0,0315 \times \frac{157,48}{0,0243} \times \frac{\left(\frac{5,15}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(4,64 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$\therefore H_{p_{\text{total}}} \approx 99\text{m} \rightarrow (0,5)$$

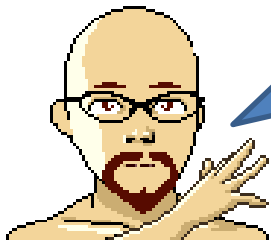


Aí podemos
calcular a carga
manométrica
da bomba:

$$H_{\text{inicial}} + H_B = H_{\text{final}} + H_{p_{\text{total}}}$$

$$0 + H_B = 25 + 99$$

$$\therefore H_B \cong 124\text{m} \rightarrow (0,5)$$



E aí estimar a
potência da
bomba:

$$N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B} = \frac{\rho \times g \times Q \times H_B}{\eta_B}$$

$$N_B = \frac{879 \times 9,8 \times \left(\frac{5,15}{3600} \right) \times 124}{0,7}$$

$$N \cong 2183\text{W} \rightarrow (0,5)$$

2ª Questão: Considerando os dados a seguir, obtenha as equações das linhas de tendência das funções $H_B = f(Q)$ e $\eta_B = f(Q)$ especificando os seus “ R^2 ” (valor – 1,0).

Q(m ³ /h)	0	4	6	8	10	12	14
H _B (m)	126,8	126,3	125,6	124,6	123,4	122	120
η_B (%)		30	40	52	58	60	58

Pelo Excel,
obtemos:

$$H_B = -0,0354 \times Q^2 + 0,0143 \times Q + 126,8$$

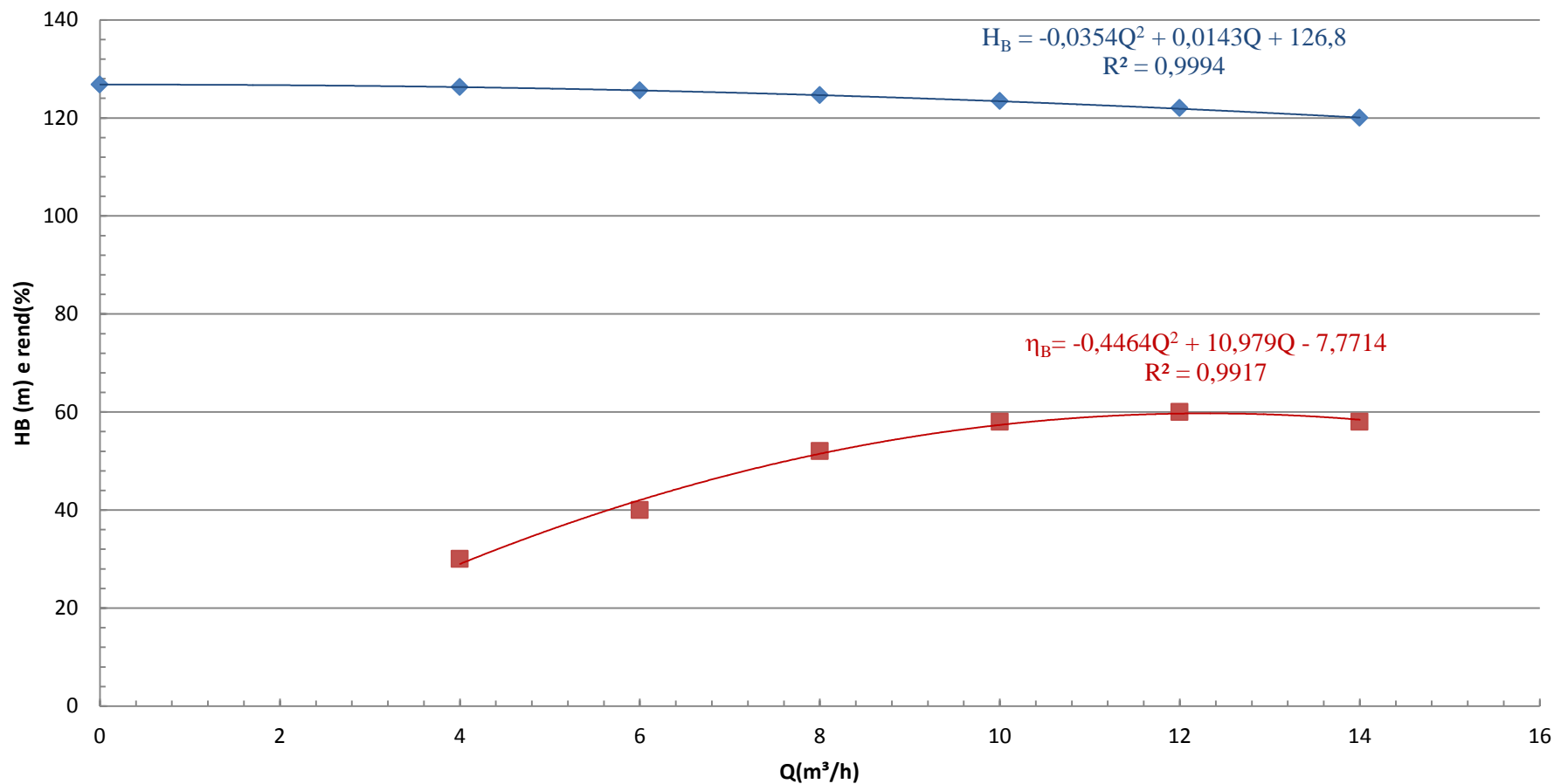
$$R^2 = 0,9994$$

$$\eta_B = -0,4464 \times Q^2 + 10,979 \times Q - 7,7714$$

$$R^2 = 0,9917$$



CCB




◆ H_B (m) ■ rendimento — Polinômio (H_B (m)) — Polinômio (rendimento)


3ª Questão: Se a bomba anterior for utilizada na instalação descrita na primeira questão especifique o seu ponto de trabalho parcial. (valor – 2,0)

Ponto parcial

$$Q_{\tau}; H_{B_{\tau}}; \eta_{B_{\tau}}; N_{B_{\tau}}$$



Vamos obter a equação da CCI



Como trata-se de uma instalação hidráulica de uma entrada e uma saída aplica-se a equação da energia entre a seção inicial e final, deixando a mesma em função da vazão e do coeficiente de perda de carga distribuída.

$$H_{\text{inicial}} + H_S = H_{\text{final}} + H_{p_{\text{totais}}}$$

0,5

$$H_S = 25 + f_{1''} \times \frac{157,48}{0,0243} \times \frac{Q^2}{19,6 \times (4,64 \times 10^{-4})^2} = 25 + f_{1''} \times 1535773254 \times Q^2$$

Recorre-se ao Excel para se ter a CCI representada junto com a CCB, já que o ponto de trabalho é determinado no cruzamento da CCI com a CCB!

Os coeficientes de perda de carga distribuída serão determinados através do sítio www.escoladavida.eng.br





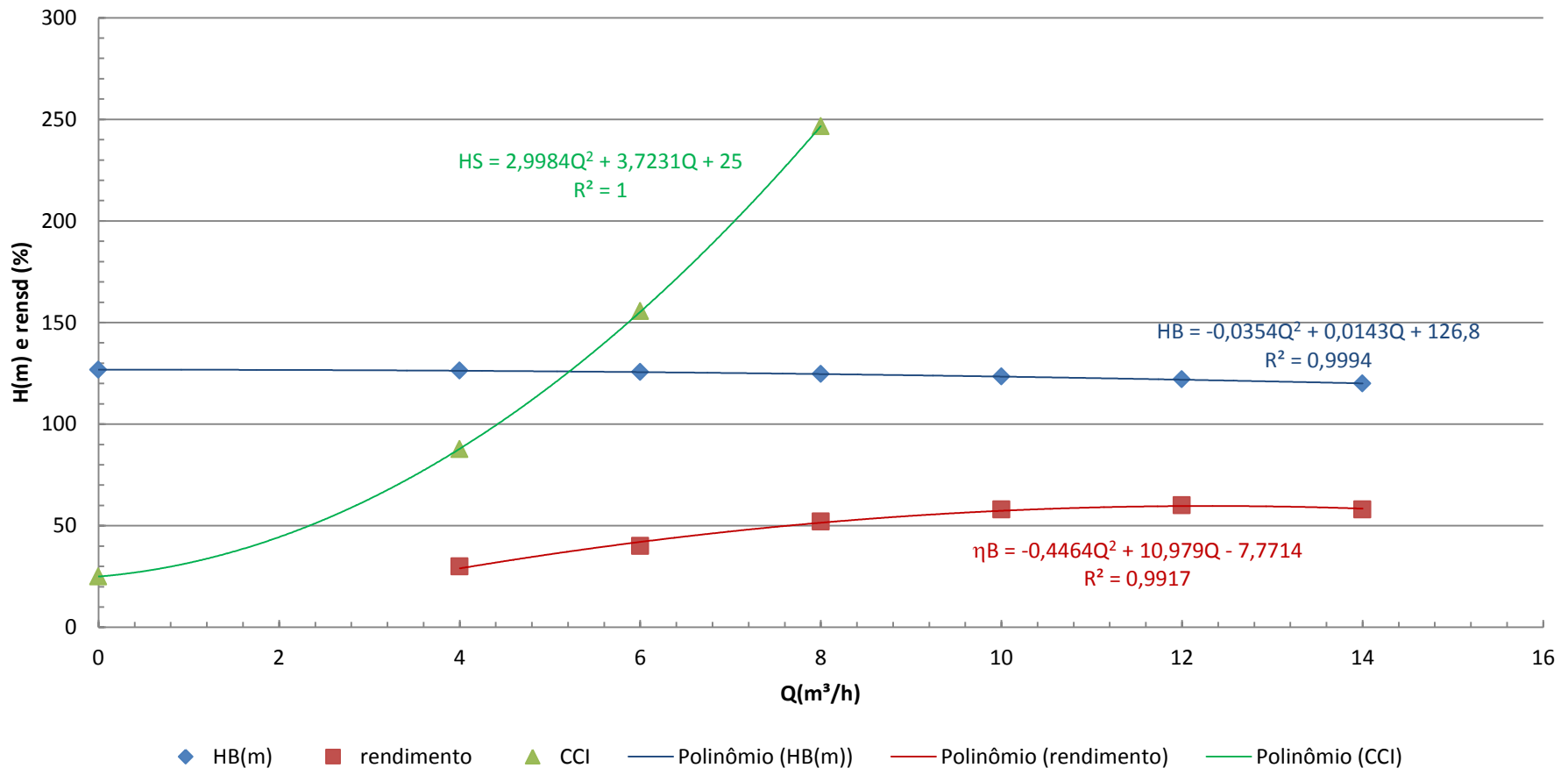
A tabela a seguir
vale 0,5.

Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	HB(m)	$\eta_B(\%)$	f_1''	Hs(m)
0	0	126,8		0	25
4	0,00111	126,3	30	0,0330	87,6
6	0,00167	125,6	40	0,0306	155,6
8	0,00222	124,6	52	0,0292	246,6
10	0,00278	123,4	58	0,0283	360,2
12	0,00333	122	60	0,0276	496,3
14	0,00389	120	58	0,0271	654,8

A representação a seguir com a equação da linha de tendência da CCI vale (0,5)



CCB





No ponto de trabalho, temos
 $H_B = H_S$

$$-0,0354Q^2 + 0,0143Q + 126,8 = 2,9984Q^2 + 3,7231Q + 25$$

$$3,0338Q^2 + 3,7088Q - 101,8 = 0$$

$$Q_{\tau} = \frac{-3,7088 + \sqrt{3,7088^2 + 4 \times 3,0338 \times 101,8}}{2 \times 3,0338} \cong 5,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow (0,25)$$

$$H_{B_{\tau}} = 2,9984 \times 5,2^2 + 3,7231 \times 5,2 + 25 \cong 125,44 \text{m} \rightarrow (0,25)$$

$$\eta_{B_{\tau}} = -0,4464 \times 5,2^2 + 10,979 \times 5,2 - 7,7714 \cong 37,3\% \rightarrow (0,25)$$

$$N_{B_{\tau}} = \frac{879 \times 9,8 \times \left(\frac{5,2}{3600} \right) \times 125,44}{0,373} \cong 4184,5 \text{W} \rightarrow (0,25)$$