

Primeira parte da P1 da turma 140

Gabarito da turma A1

1ª Questão: Deseja-se calcular a perda de carga total e estimar a potência de uma bomba ($\eta_B = 70\%$) destinada a bombear água a 25°C à razão de $18,9 \text{ m}^3/\text{h}$, desde um grande reservatório aberto para atmosfera até um tanque elevado, também aberto, situado a 48 m acima, através de uma tubulação de aço ($K=0,046\text{mm}$) de 182 m de comprimento geométrico. O diâmetro nominal de sucção é $3''$ e, o de recalque, $2,5''$, ambos de espessura 80 . Há 12 m de tubo na sucção, uma válvula de pé com crivo (ou de poço da Mipel), sete curvas macho de 90° da Tupy, dois tês com passagem direta também da Tupy, quinze uniões da Tupy e uma válvula gaveta da Mipel. A tubulação de recalque tem 170 m de extensão e inclui dez curvas macho de 90° da Tupy, quatro tês de passagem direta também da Tupy, uma válvula de retenção vertical da Mipel, duas válvulas gavetas também da Mipel, uma válvula globo reta sem guia da Mipel, trinta e cinco uniões da Tupy e um filtro de linha ($L_{eq} = 0,4 \text{ m}$). (valor – $2,0$)



DEVEMOS PROCURAR ESTABELEECER, 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:

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

$$H_{\text{final}} = 48\text{m}$$



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:



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

Sucção: $D_N = 3''$ com
espessura 80, portanto:

$$D_{\text{int}} = 73,6\text{mm} \rightarrow A = 42,6\text{cm}^2 \rightarrow L = 12\text{m}$$

$$\text{válvula de poço Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 32\text{m}$$

$$\text{curvas macho de } 90^\circ \text{ da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{curvas}} = 7 \times 2,02 = 14,14\text{m}$$

$$\text{tês de passagem direta da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{tês}} = 2 \times 0,50 = 1,0\text{m}$$

$$\text{uniões da Tupy} \rightarrow \text{Leq} = 15 \times 0,01 = 0,15\text{m}$$

$$\text{válvula gaveta da Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 1,03\text{m}$$

$$L + \sum \text{Leq} = 12 + 48,32 = 60,32\text{m} \rightarrow (0,125)$$

Recalque: $D_N = 2,5''$ com
espessura 80, portanto:

$$D_{\text{int}} = 59,0\text{mm} \rightarrow A = 27,3\text{cm}^2 \rightarrow L = 170\text{m}$$

$$\text{válvula de retenção vertical Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 26,80\text{m}$$

$$\text{curvas macho de } 90^\circ \text{ da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{cotovelos}} = 10 \times 1,68 = 16,8\text{m}$$

$$\text{tês de passagem direta da Tupy} \rightarrow \text{Leq}_{\text{tês}} = 4 \times 0,41 = 1,64\text{m}$$

$$\text{uniões da Tupy} \rightarrow \text{Leq} = 35 \times 0,01 = 0,35\text{m}$$

$$\text{válvula gaveta da Mipel} \rightarrow \text{Leq} = 2 \times 0,85 = 1,70\text{m}$$

$$\text{válvula globo reta sem guia} \rightarrow \text{Leq} = 21,38\text{m}$$

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

Portanto no
recalque temos:

$$L + \sum \text{Leq} = 170 + 69,07$$

$$L + \sum \text{Leq} = 239,07\text{m}$$

$$(0,125)$$



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

água a 25°C

$$\rho = 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\nu = 8,92 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$



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

$$f_{\text{sucção}} = 0,0209$$

(0,125)

Para o recalque no mesmo sítio

$$f_{\text{recalque}} = 0,0210$$

(0,125)



Aí podemos
calcular as
perdas:



$$H_{p_{\text{total}}} = H_{p_{3''}} + H_{p_{2,5''}}$$

$$H_{p_{3''}} = 0,0209 \times \frac{60,32}{0,0736} \times \frac{\left(\frac{18,9}{3600}\right)^2}{19,6 \times (42,6 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p_{2,5''}} = 0,0210 \times \frac{239,07}{0,059} \times \frac{\left(\frac{18,9}{3600}\right)^2}{19,6 \times (27,3 \times 10^{-4})^2}$$

$$\therefore H_{p_{\text{total}}} \cong 1,33 + 16,06 \approx 17,4\text{m} \rightarrow (0,5)$$

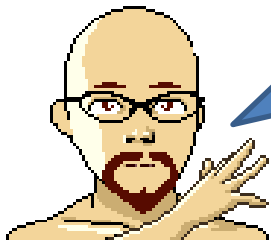


Aí podemos
calcular a carga
manométrica
da bomba:

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

$$0 + H_B = 48 + 17,4$$

$$\therefore H_B \cong 65,4\text{m} \rightarrow (0,5)$$



E aí calcular a
potência da
bomba:

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

$$N_B = \frac{997 \times 9,8 \times \left(\frac{18,9}{3600}\right) \times 65,4}{0,7}$$

$$N \cong 4792,5\text{W} \rightarrow (0,5)$$

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	8	10	12	14	16	18	20	22
H _B (m)	81	81	80	79,5	78,5	77,5	75	72,5	70	66,2
η_B (%)			26	32	37	41	43,5	46	46,5	45,5

Pelo Excel,
obtemos:

$$H_B = -0,0431 \times Q^2 + 0,3 \times Q + 81$$

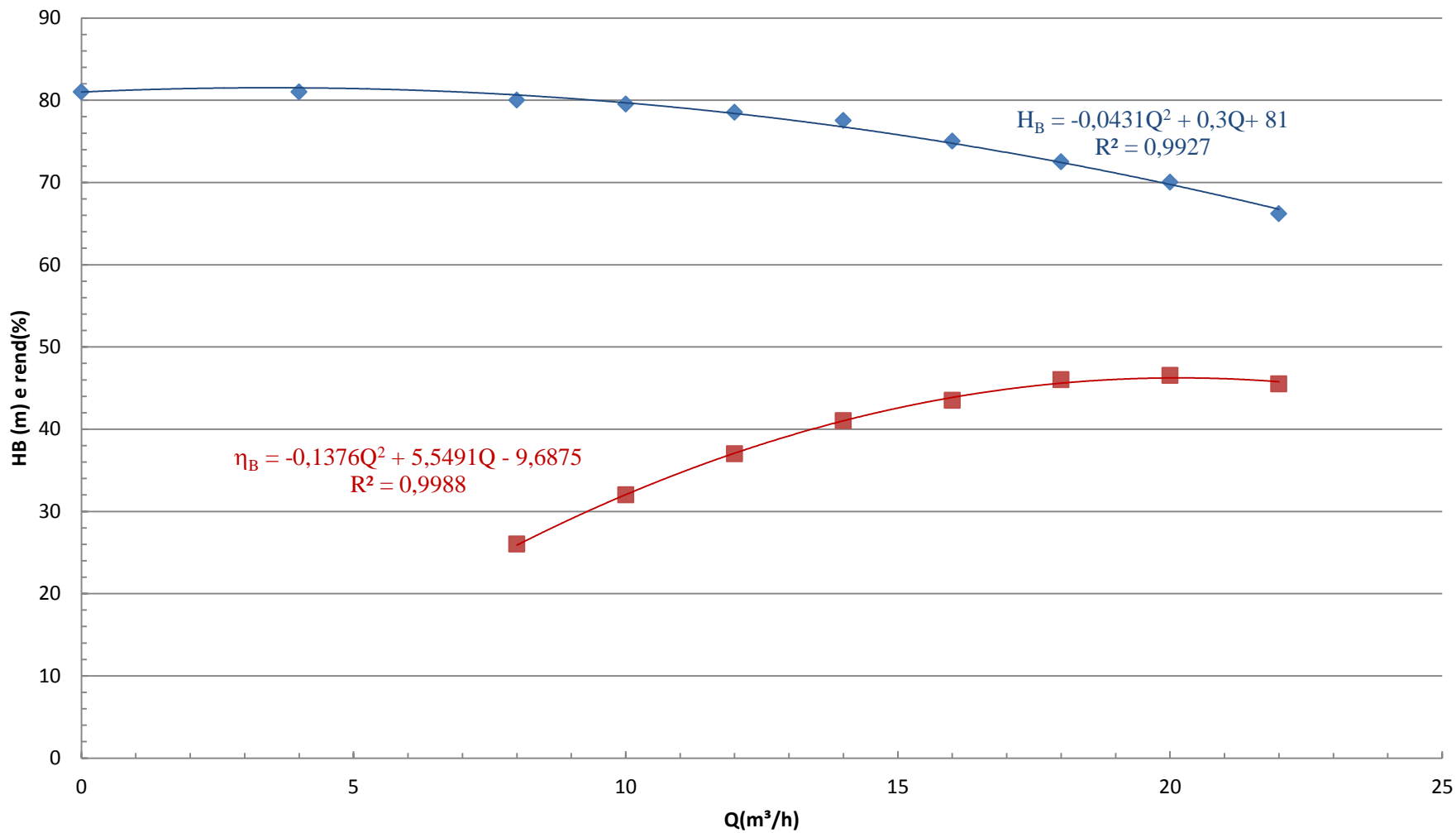
$$R^2 = 0,9927$$

$$\eta_B = -0,1376 \times Q^2 + 5,5491 \times Q - 9,6875$$

$$R^2 = 0,9988$$



CCB




◆ HB(m) ■ rendimento — Polinômio (HB(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.

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

$$H_S = 48 + f_{3''} \times 2304136,8 \times Q^2 + f_{2,5''} \times 27739057,8 \times Q^2$$

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

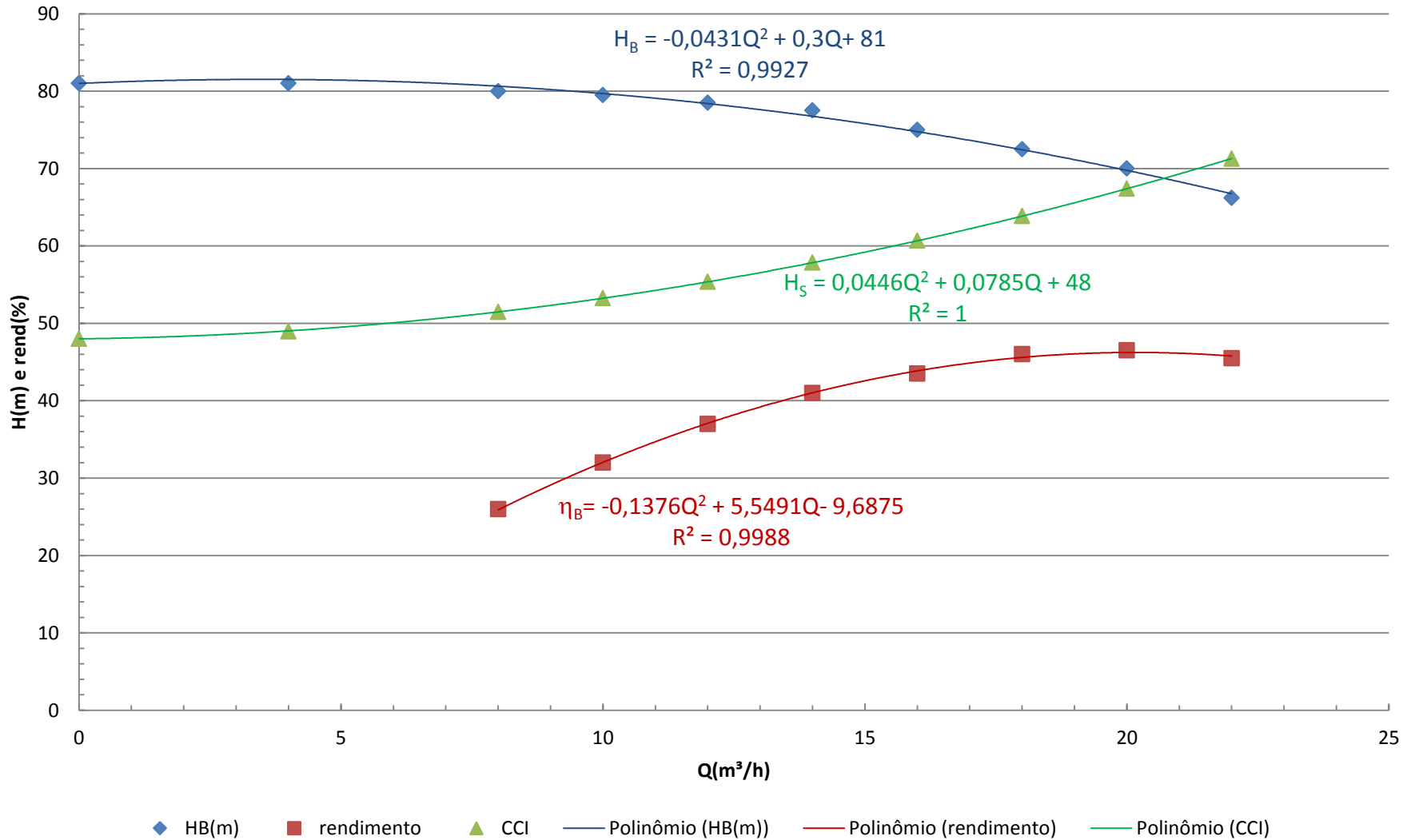




A tabela a seguir
vale 0,5.

$Q(\text{m}^3/\text{h})$	$H_B(\text{m})$	$\eta_B (\%)$	$f_{2,5''}$	$f_{3''}$	$H_S(\text{m})$
0	81		0	0	48
4	81		0,0261	0,0269	49,0
8	80	26	0,0233	0,0236	51,5
10	79,5	32	0,0226	0,0228	53,2
12	78,5	37	0,0221	0,0222	55,4
14	77,5	41	0,0217	0,0217	57,9
16	75	43,5	0,0214	0,0213	60,7
18	72,5	46	0,0211	0,0210	63,9
20	70	46,5	0,0209	0,0208	67,4

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





No ponto de trabalho, temos
 $H_B = H_S$

$$-0,0431Q^2 + 0,3Q + 81 = 0,0446Q^2 + 0,0785Q + 48$$

$$0,0877Q^2 - 0,2215Q - 33 = 0$$

$$Q_\tau = \frac{0,2215 + \sqrt{0,2215^2 + 4 \times 0,0877 \times 33}}{2 \times 0,0877} \cong 20,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow (0,25)$$

$$H_{B_\tau} = 0,0446 \times 20,7^2 + 0,0785 \times 20,7 + 48 \cong 68,7 \text{m} \rightarrow (0,25)$$

$$\eta_{B_\tau} = -0,1376 \times 20,7^2 + 5,5491 \times 20,7 - 9,6875 \cong 46,2\% \rightarrow (0,25)$$

$$N_{B_\tau} = \frac{997 \times 9,8 \times \left(\frac{20,7}{3600} \right) \times 68,7}{0,462} \cong 8354,2 \text{W} \rightarrow (0,25)$$