Gabarito turma C

Determinação do ponto de trabalho.

Para isto deve-se determinar a equação da CCI:

$$H_{inicial} + H_S = H_{final} + H_{p_{aB}} + H_{p_{dB}}$$

$H_{p_{aB}}$ = perda de carga antes da bomba e $H_{p_{dB}}$ = perda de carga depois da bomba

$$H_{p_{aB}} = H_{p_{2''}} + H_{p_{1,5''}} = f_{2''} \times \frac{\left(\left[0{,}8 + 0{,}78 + \left(\frac{0{,}0525}{2}\right) + 0{,}2\right] + 14 + 1{,}88\right)}{0{,}0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9{,}8 \times \left(21{,}7 \times 10^{-4}\right)^2} +$$

$$f_{1,5''} \times \frac{(0{,}070 + 0{,}38)}{0{,}0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9{,}8 \times \left(13{,}1 \times 10^{-4}\right)^2} = f_{2''} \times 3650067{,}7 \times Q^2 + f_{1,5''} \times 327909{,}3 \times Q^2$$

Considerando que $f_{2''} \cong f_{1,5''} \cong 0{,}02$ tem - se que : $H_{p_{aB}} = 79559{,}6 \times Q^2$

$$H_{p_{dB}} = H_{p_{1,5''}} + H_{p_{1''}} + H_{p_{2''}} = f_{1,5''} \times \frac{\left(\left[0{,}046 + 0{,}090 + (0{,}0408) + 0{,}782 + \left(\frac{0{,}0408}{2}\right) + 2{,}74\right] + 3{,}2 + 0{,}25 + 1{,}41 + 13{,}4\right)}{0{,}048} \times$$

$$\frac{Q^2}{2 \times 9{,}8 \times \left(13{,}1 \times 10^{-4}\right)^2} + f_{1''} \times \frac{([0{,}1 + 3{,}25 + 1{,}096] + 0{,}27 + 0{,}27 + 0{,}52 + 2 \times 8{,}2 + 0{,}52)}{0{,}0266} \times \frac{Q^2}{2 \times 9{,}8 \times (5{,}57 \times 10^{-4})^2} +$$

$$f_{2''} \times \frac{([0{,}459] + 1{,}88 + 0{,}33)}{0{,}0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9{,}8 \times \left(21{,}7 \times 10^{-4}\right)^2} = f_{1,5''} \times 16015962{,}94 \times Q^2 + f_{1''} \times 138644842{,}8 \times Q^2 + f_{2''} \times 550825{,}2 \times Q^2$$

Considerando que $f_{2''} \cong f_{1,5''} \cong f_{1''} \cong 0{,}02$ tem - se que : $H_{p_{aB}} = 3104232{,}7 \times Q^2$

Importante salientar que se considerou :

$2'' \rightarrow D_{int} = 52{,}5 \text{ mm e } A = 21{,}7 \text{ cm}^2$

$1{,}5'' \rightarrow D_{int} = 40{,}8 \text{ mm e } A = 13{,}1 \text{ cm}^2$

$1'' \rightarrow D_{int} = 26{,}6 \text{ mm e } A = 5{,}57 \text{ cm}^2$

válvula globo de 1 polegada próxima do reservatório superior e dois niples de redução de 2 para 1" no início do trecho de 0,459 m de tubulação de 2 polegadas e na saída do tê de passagem direta de 2 polegada, o qual encontra - se acima do reservatório superior

Adotando – se PHR no eixo da bomba :

$$H_{inicial} = \left(-\left[0{,}14 + 0{,}78 + \left({0{,}0525}/{2} \right) \right] \right) + 0 + 0 \cong -0{,}95 \text{ m}$$

$$H_{final} = \left(0{,}1 + 0{,}046 + 0{,}09 + (0{,}0408) + 0{,}782 + \left({0{,}0408}/{2} \right) - 0{,}993 \right) + 0 + 0 \cong 0{,}09 \text{ m}$$

$$\therefore -0{,}95 + H_S = 0{,}09 + 79559{,}6Q^2 + 3104232{,}7Q^2 \therefore H_s = 1{,}04 + 3183792{,}3Q^2$$

Resolução numérica:

Foi fornecida a equação da CCB:

$$H_B = -0{,}1739Q^2 + 0{,}6129Q + 32 \rightarrow \text{com } H_B \text{ em metro e Q em } \frac{m^3}{h}$$

$$\therefore H_B = -0{,}1739 \times 3600^2 \times Q^2 + 0{,}6129 \times 3600 \times Q + 32 \rightarrow \text{com } H_B \text{ em metro e Q em } \frac{m^3}{s}$$

$$H_B = -2253744Q^2 + 2206{,}44Q + 32 \rightarrow \text{com } H_B \text{ em metro e Q em } \frac{m^3}{s}$$

$$\therefore \text{no ponto de trabalho se tem } H_B = H_S \therefore -2253744Q^2 + 2206{,}44Q + 32 = 1{,}04 + 3183792{,}3Q^2$$

$$\therefore 5437536{,}3Q^2 - 2206{,}44Q - 30{,}96 = 0 \Rightarrow Q = \frac{2206{,}44 \pm \sqrt{(-2206{,}44)^2 + 4 \times 5437536{,}3 \times 30{,}96}}{2 \times 5437536{,}3} = \frac{2206{,}44 \pm 26043{,}29}{2 \times 5407307{,}1}$$

$$\therefore Q \cong 2{,}61 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} = 2{,}61 \frac{l}{s} \cong 9{,}4 \frac{m^3}{h}$$

Para resolver o **item a**, tem-se que:

$$Q_{nova} = 2{,}61 \times \frac{5}{3} \cong 4{,}35 \frac{l}{s} \therefore v = \frac{Q}{A} = \frac{4{,}35 \times 10^{-3}}{13{,}1 \times 10^{-4}} \cong 3{,}32 \frac{m}{s}$$

Para resolver o **item b** deve-se calcular o $NPSH_{disponível}$, ou seja:

$$NPSH_{disp} = -0{,}95 + \frac{0{,}72 \times 13600 - 0{,}05 \times 10^4}{10^3} - 79559{,}6 \times \left(4{,}35 \times 10^{-3}\right)^2 \cong 6{,}836 \text{ m} \approx 6{,}8 \text{ m}$$

Já o $NPSH_{requerido}$ pode ser determinado pela informações do fabricante da bomba, ou seja:

$$NPSH_{requerido} = 0{,}1 \times ((5 \times 9{,}4)/3) + 0{,}4 \cong 1{,}97 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

A partir deste ponto, pode-se determinar a reserva, se ela existir, contra a cavitação, ou seja:

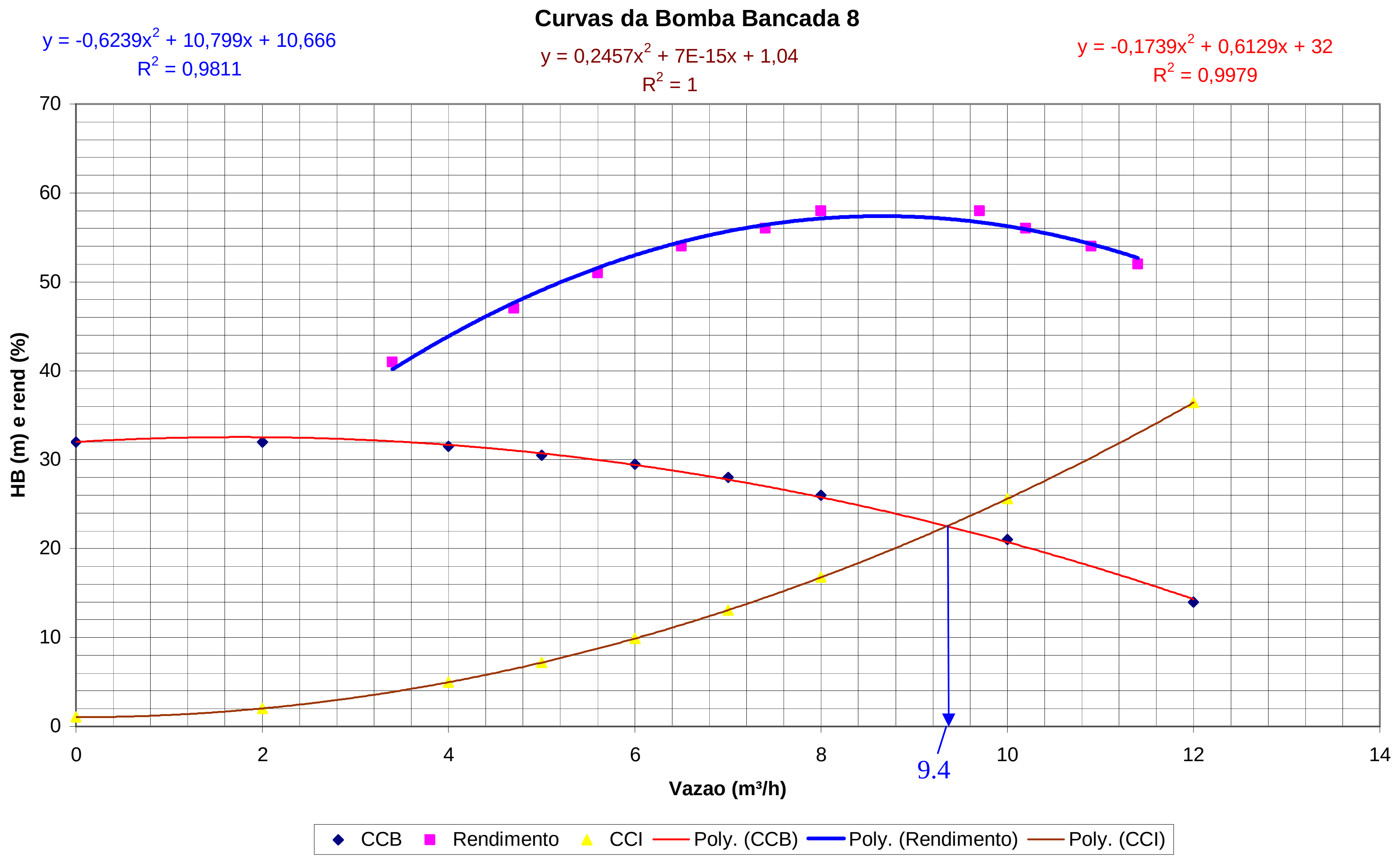
$$NPSH_{dispon} - NPSH_{requerido} = 6{,}8 - 2 = 4{,}8 \text{ m}$$

$\therefore$ não ocorre cavitação e ainda se tem uma excelente reserva contra a mesma.

Para responder o **item c** deve-se lembrar que para este tipo de instalação a velocidade média do escoamento deve estar compreendida na faixa de 2,1 a 3 m/s, como a nossa velocidade de descarga deu 3.32 m/s, isto para a tubulação nova, implica que **o seu dimensionamento deve ser revisto, onde provavelmente deveria se optar por uma tubulação de 2”**

Observação:

Para se comprovar, principalmente a determinação da vazão do ponto de trabalho, apresenta-se também a sua determinação gráfica:



Curvas da Bomba Bancada 8
y = -0,6239x2 + 10,799x + 10,666
R2 = 0,9811
y = 0,2457x2 + 7E-15x + 1,04
R2 = 1
y = -0,1739x2 + 0,6129x + 32
R2 = 0,9979
HB (m) e rend (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
0
2
4
6
8
10
12
14
9.4
Vazao (m³/h)
CCB
Rendimento
CCI
Poly. (CCB)
Poly. (Rendimento)
Poly. (CCI)

As curvas anteriores foram obtidas através da tabela a seguir:

Q (m³/h)	HB (m)	NPSH(m)	Hs (m)
0	32		1,04
2	32		2,0
4	31,5	0,8	5,0
5	30,5	0,9	7,2
6	29,5	1	9,9
7	28	1,1	13,1
8	26	1,2	16,8
10	21	1,4	25,6
12	14	1,6	36,4

Q(m³/h)	Rend
3,4	41
4,7	47
5,6	51
6,5	54
7,4	56
8	58
9,7	58
10,2	56
10,9	54
11,4	52

Para obter o ponto de trabalho, tem-se que:

$$H_B = H_S \therefore 0{,}2457Q^2 + 7E - 15Q + 1{,}04 = -0{,}1739Q^2 + 0{,}6129Q + 32$$

$$0{,}4196Q^2 - 0{,}6129Q - 30{,}96 = 0 \therefore Q = \frac{0{,}6129 \pm \sqrt{(-0{,}6129)^2 + 4 \times 0{,}4196 \times 30{,}96}}{2 \times 0{,}4196} \cong 9{,}4\,\frac{m^3}{h}$$

O que comprova a solução apresentada inicialmente.