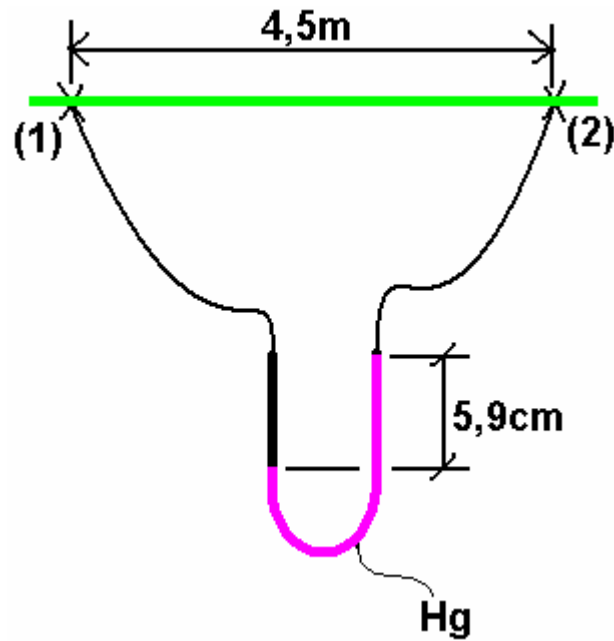


# Gabarito da P1 – A

1ª Questão)  $D_{int} = 20,6(\text{mm})$  e  $\gamma = 977,6(\text{kgf} / \text{m}^3)$



$$Q = ?$$

$$hf_{1-2} = 59 \times 10^{-2} \times \frac{13600 - 977,6}{977,6} = 0,76(\text{m})$$

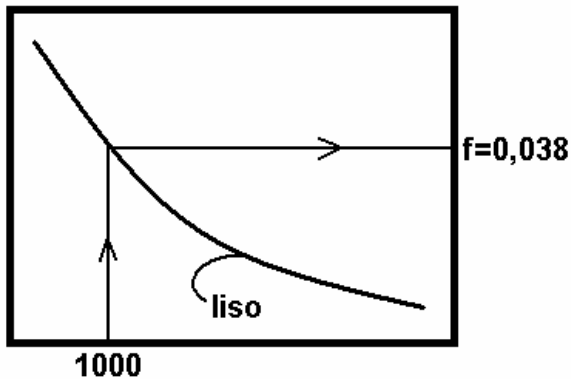
$$\text{Re}\sqrt{f} = \frac{D}{v} \times \sqrt{\frac{hf \times D \times 2 \times g}{L}}$$

$$\text{Re}\sqrt{f} = \frac{0,0206}{v} \times \sqrt{\frac{0,76 \times 0,0206 \times 2 \times 9,8}{4,5}}$$

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{5,5 \times 10^{-3}}{977,6} \Rightarrow \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \text{s} \times \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) \Rightarrow \left( \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)$$

$$v = 5,626 \times 10^{-6} (\text{m}^2 / \text{s}) \Rightarrow \text{Re}\sqrt{f} \cong 956 \approx 1000$$

Como trata-se de tubo de cobre → tubo liso



Portanto:

$$0,76 = 0,038 \times \frac{4,5}{0,0206} \times \frac{v^2}{2 \times 9,8} \Rightarrow v \cong 1,334(\text{m/s})$$

$$Q \cong 0,45 \times 10^{-3}(\text{m}^3/\text{s}) \cong 0,45(\text{l/s})$$

**2ª Questão)** Com PHR no eixo da bomba:

$$\text{NPSH}_{\text{disp}} = Z_0 + \frac{P_{\text{obsc}} - P_{\text{vapor}}}{\gamma} - f \times \frac{L + \sum L_{\text{eq}}}{D} \times \frac{Q^2}{2 \times g \times A^2}$$

∴ ao diminuir D ⇒ também diminuimos A ⇒ e aumentamos  $H_{pAB}$

∴  $\text{HPSH}_{\text{disp}}$  diminui.

**3ª Questão)**

a) Supondo  $f_3 \neq f_2$  e lido no Rouse:

$$D_{\text{int}} = 77,9(\text{mm})$$

tubulação de 3" sucção de ferro galvanizado :  $A = 47,7(\text{cm}^2)$

$$L = 3(\text{m})$$

$$\sum L_{\text{eq}} = 20 + 2,1 = 22,1(\text{m})$$

$$D_{int} = 52,5(\text{mm})$$

$$A = 21,7(\text{cm}^2)$$

$$L = 87(\text{m})$$

tubulação de 2" recalque de ferro galvanizado:

$$\begin{aligned} \sum L_{eq} &= 4,2 + 2 \times 1,4 + \\ &0,4 + 17,4 + 3,5 + 0,7 \\ &= 29(\text{m}) \end{aligned}$$

$$H_{p3''} = f \times \frac{3 + 22,1}{77,9 \times 10^{-3}} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (47,7 \times 10^{-4})^2} \cong 722509,3 \times f_{3''} \times Q^2$$

$$H_{p2''} = f \times \frac{87 + 29}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} \cong 23939944,91 \times f_{2''} \times Q^2$$

Determinando a equação da CCI:

$$H_{inicial} + HB = H_{final} + H_{p3''} + H_{p2''}$$

PHR no nível de captação:

$$0 + 0 + 0 + HB = 22 + 0 + 0 + 981576,36 \times f_{3''} \times Q^2 + 23939944,91 \times f_{2''} \times Q^2$$

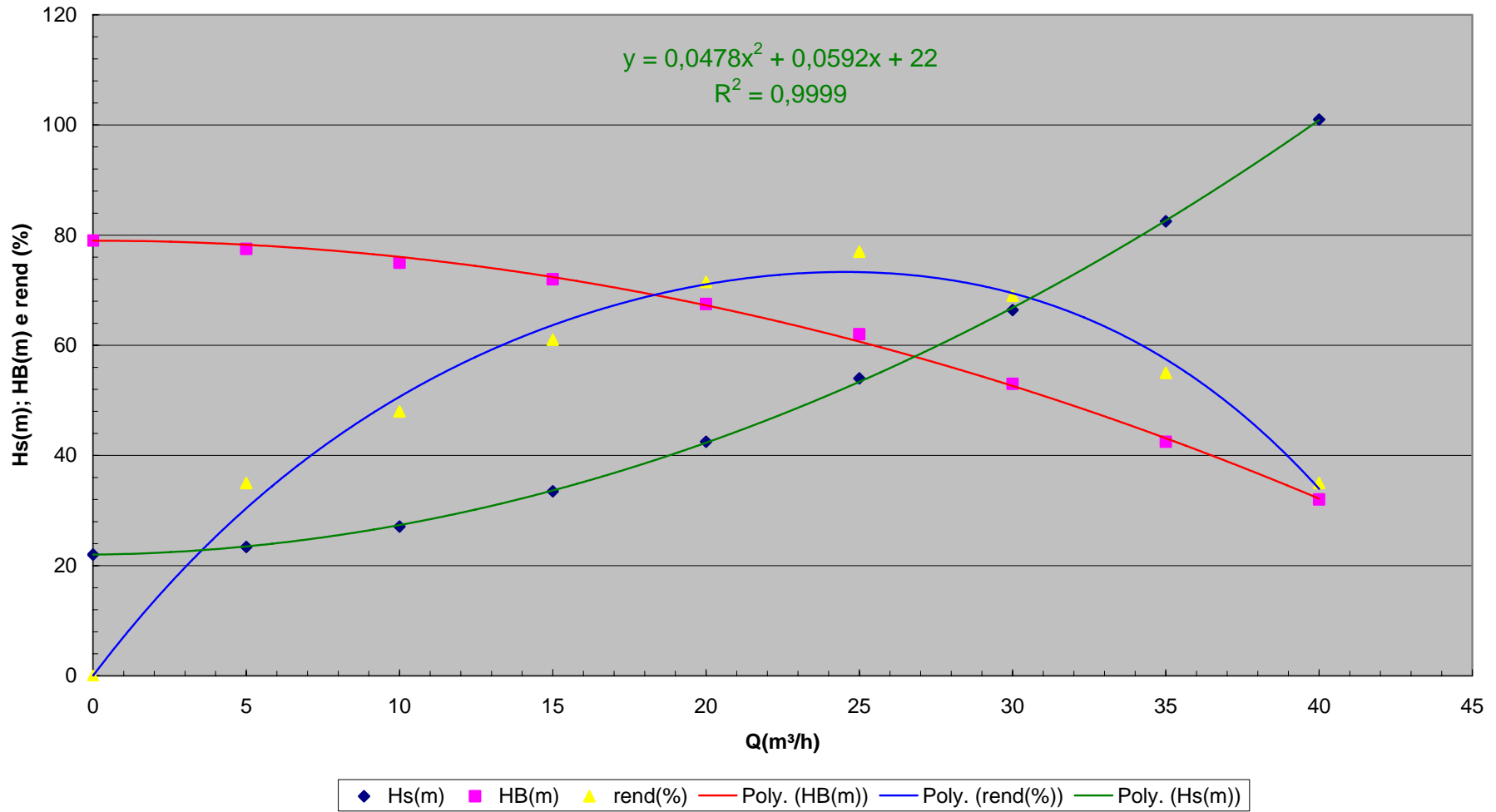
$$HB = 22 + 722509,3 \times f_{3''} \times Q^2 + 23939944,91 \times f_{2''} \times Q^2$$

Considerando os “f” obtidos pelo diagrama de Rouse:

Q (m <sup>3</sup> /h)	f <sub>3''</sub>	f <sub>2''</sub>	H <sub>s</sub> (m)	HB(m)	rend(%)
0	0	0	22	79	0
5	0,028	0,029	23,4	77,5	35
10	0,026	0,027	27,1	75	48
15	0,025	0,027	33,5	72	61
20	0,025	0,027	42,5	67,5	71,5
25	0,024	0,027	54	62	77
30	0,024	0,026	66,4	53	69
35	0,024	0,026	82,5	42,5	55
40	0,024	0,026	101	32	35

Ponto de trabalho para f obtido no Rouse

$y = -0,0292x^2 - 0,0031x + 79$   
 $R^2 = 0,9981$



$$\eta_B = 76\%$$

$$-0,0292 \times Q^2 - 0,031 \times Q + 79 = 0,0478 \times Q^2 + 0,0592 \times Q + 22$$

$$(0,0478 + 0,0292) \times Q^2 + (0,0592 + 0,031) \times Q + 22 - 79 = 0$$

$$0,077 \times Q^2 + 0,0902 \times Q - 57 = 0 \rightarrow Q' = -27,8(\text{m}^3/\text{h})$$

$$\rightarrow Q'' = 26,63(\text{m}^3/\text{h})$$

$$HB = -0,0292 \times 26,63^2 - 0,031 \times 26,63 + 79 = 57,5(\text{m})$$

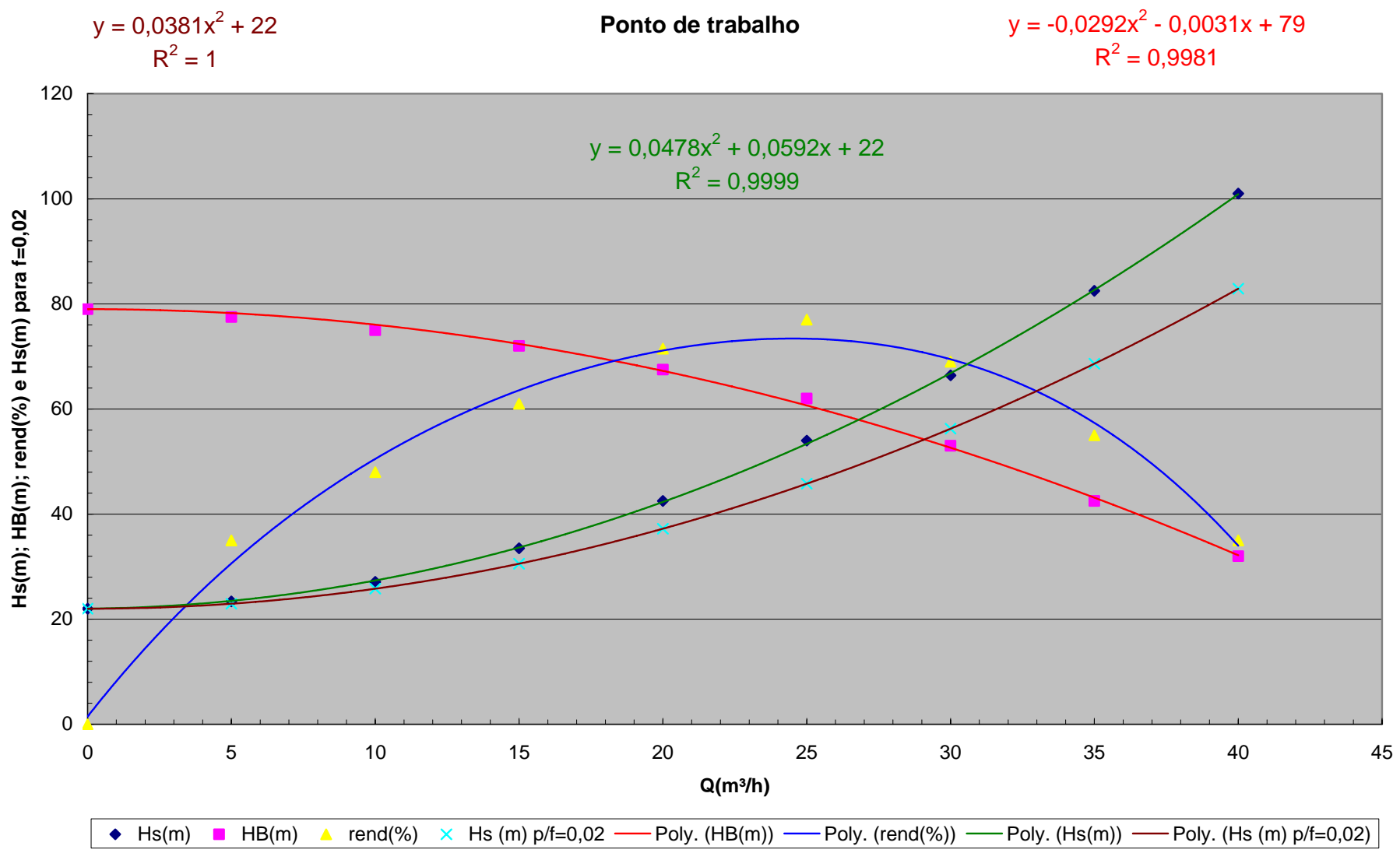
$$NB = \frac{992,2 \times \left( \frac{26,63}{3600} \right) \times 57,5}{0,76} = 555,3(\text{kgf.m/s}) \cong 7,4(\text{cv})$$

Para  $f = 0,02$ , temos:

$$HB = 22 + 14450,2 \times Q^2 + 478798,9 \times Q^2 = 22 + 493249,1 \times Q^2$$

E com a equação da CCI anterior, podemos obter o ponto de trabalho para  $f = 0,02$ , ou seja:

Q (m <sup>3</sup> /h)	f3"	f2"	Hs(m)	HB(m)	rend(%)	Hs (m) p/f=0,02
0	0	0	22	79	0	22
5	0,028	0,029	23,4	77,5	35	23,0
10	0,026	0,027	27,1	75	48	25,8
15	0,025	0,027	33,5	72	61	30,6
20	0,025	0,027	42,5	67,5	71,5	37,2
25	0,024	0,027	54	62	77	45,8
30	0,024	0,026	66,4	53	69	56,3
35	0,024	0,026	82,5	42,5	55	68,6
40	0,024	0,026	101	32	35	82,9



$$-0,0292 \times Q^2 - 0,0031 \times Q + 79 = 0,0381 \times Q^2 + 22$$

$$(0,0381 + 0,0292) \times Q^2 + 0,0031 \times Q + 22 - 79 = 0$$

$$0,0673 \times Q^2 + 0,0031 \times Q - 57 = 0 \quad \begin{array}{l} Q' = -29,126(\text{m}^3/\text{h}) \\ Q'' = 29,079(\text{m}^3/\text{h}) = 29,1(\text{m}^3/\text{h}) \end{array}$$

$$HB = -0,0292 \times 29,1^2 - 0,0031 \times 29,1 + 79$$

$$HB \cong 54,2(\text{m}) \text{ e } \eta_B \cong 70\%$$

$$NB = \frac{992,2 \times \left( \frac{29,1}{3600} \right) \times 54,2}{0,7} = 621(\text{kgf.m/s}) \cong 8,3(\text{cv})$$

Como considerando a resolução obtendo-se os “f” mais precisa, as respostas para os próximos itens serão obtidas para esta situação.

$$\text{b) } Nm = \frac{7,4}{0,9} = 8,2(\text{cv}) \xrightarrow{\text{tabela}} 10(\text{cv})$$

$$\text{c) } Q = v \times A \Rightarrow \frac{26,63}{3600} = v \times A$$

$$A_{3''} \Rightarrow v = \frac{26,63}{3600 \times 47,7 \times 10^{-4}} = 1,55(\text{m/s}) \quad \text{OK!}$$

$$A_{2''} \Rightarrow v = \frac{26,63}{3600 \times 21,7 \times 10^{-4}} = 3,4(\text{m/s}) \quad \text{deve ser revista}$$

$$\text{d) } Q_{\text{NOVA}} = 0,8 \times 26,63 \Rightarrow Q_{\text{NOVA}} = 21,3(\text{m}^3/\text{h})$$

para esta nova vazão, temos:

$$f_{2''} = 0,027 \text{ e } f_{3''} = 0,025$$

$$HB = 22 + 722509,3 \times 0,025 \times Q^2 + A \times 0,027 \times Q^2$$

$$\text{para } HB_{\text{NOVO}} \Rightarrow -0,0292 \times 21,3^2 - 0,031 \times 21,3 + 79 \cong 65,1(\text{m})$$

$$65,1 = 22 + 722509,3 \times 0,025 \times \left( \frac{21,3}{3600} \right)^2 + A \times 0,027 \times \left( \frac{21,3}{3600} \right)^2$$

$$A = 44921913,3 = \frac{87 + 11,6 + Leq_N}{0,0525} \times \frac{1}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$Leq_N = 119,1(\text{m})$$