

a)

$$H_0 + H_S = H_1 + H_{p_{\text{totais}}} \rightarrow 0 + H_S = 10 + \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} + H_{p_{\text{totais}}}$$

$$H_{p_{\text{totais}}} = 0,02 \times \frac{(7,5 + 22,82)}{0,0779} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (47,7 \times 10^{-4})^2} + 0,02 \times \frac{(20 + 24,98)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_S = 10 + 213948,7 \times Q^2$$

b) Com a equação da CCI, obtemos a tabela a seguir, a qual dará origem a nova representação gráfica, a qual possibilitará a determinação do ponto de trabalho e em particular da vazão máxima de escoamento:

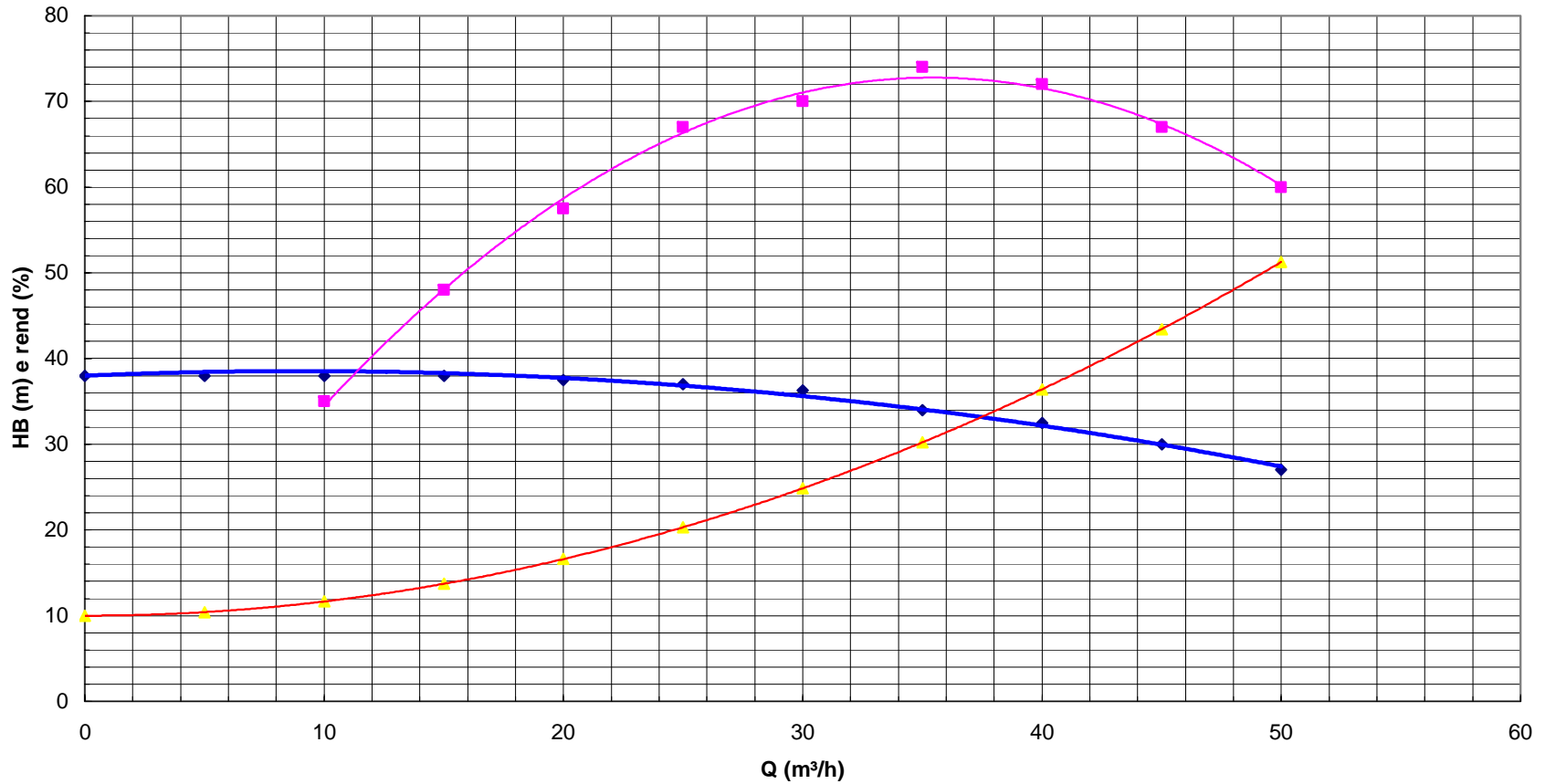
| Q(m³/h) | HB(m) | rend (%) | HS (m) |
|---------|-------|----------|--------|
| 0       | 38    |          | 10     |
| 5       | 38    |          | 10,4   |
| 10      | 38    | 35       | 11,7   |
| 15      | 38    | 48       | 13,7   |
| 20      | 37,5  | 57,5     | 16,6   |
| 25      | 37    | 67       | 20,3   |
| 30      | 36,3  | 70       | 24,9   |
| 35      | 34    | 74       | 30,2   |
| 40      | 32,5  | 72       | 36,4   |
| 45      | 30    | 67       | 43,4   |
| 50      | 27    | 60       | 51,3   |

### CCBs

$$y = -0,0066x^2 + 0,1195x + 38$$
$$R^2 = 0,9904$$

$$y = 0,0165x^2 + 2E-15x + 10$$
$$R^2 = 1$$

$$y = -0,0592x^2 + 4,1966x - 1,5619$$
$$R^2 = 0,9961$$



◆ HB(m)    ■ rendimento (%)    ▲ CCI    — Poly. (HB(m))    — Poly. (rendimento (%))    — Poly. (CCI)

Como no ponto de trabalho se tem o cruzamento da CCI com a CCB, pode-se escrever que:

$$0,0165 \times Q^2 + 2 \times 10^{-15} \times Q + 10 = -0,0066 \times Q^2 + 0,1195 \times Q + 38$$

$$0,0231 \times Q^2 - 0,1195 \times Q - 28 = 0$$

$$Q = \frac{0,1195 \pm \sqrt{0,1195^2 + 4 \times 0,0231 \times 28}}{2 \times 0,0231} \therefore Q \cong 37,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

c) Para calcular a potência da bomba deve-se obter além da vazão, a carga manométrica e o rendimento da bomba para a vazão obtida, ou seja:

$$H_B = 0,0165 \times (37,5)^2 + 2 \times 10^{-15} \times 37,5 + 10 \therefore H_B \cong 33,2\text{m}$$

$$\eta_B = -0,0592 \times (37,5)^2 + 4,1966 \times 37,5 - 1,5619 \cong 73\%$$

$$N_B = \frac{1000 \times \left( \frac{37,5}{3600} \right) \times 33,2}{0,73} \cong 473,8 \frac{\text{kgf} \times \text{m}}{\text{s}} \cong 6,32\text{CV}$$

d) Para a nova vazão deve-se calcular a nova carga manométrica, para isto deve-se usar a CCB, já que a CCI sofrerá alterações

$$Q_{\text{nova}} = \frac{37,5}{2} = 18,75 \rightarrow H_B = -0,0066 \times (18,75)^2 + 0,1195 \times 18,75 + 38 \cong 37,9\text{m}$$

$$37,9 = 10 + 10834,9 \times \left(\frac{18,75}{3600}\right)^2 + 872768,2 \times 0,02 \times \left(\frac{18,75}{3600}\right)^2 + 0,02 \times \frac{(20 + 24,98 - 17,4 + \text{Leq}_{\text{novo}})}{0,0525 \times 2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} \times \left(\frac{18,75}{3600}\right)^2$$

$$\text{Leq}_{\text{novo}} \cong 214,75\text{m} \therefore K_s = \frac{214,75 \times 0,02}{0,0525} \cong 81,8$$

e) O cálculo do  $\text{NPSH}_{\text{disponível}}$  deve ser feito com o PHR no eixo da bomba e isto resulta:

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} = -2 + \frac{0,710 \times 13600 - 428}{1000} - 872768,2 \times 0,02 \times \left(\frac{37,5}{3600}\right)^2 \cong 5,34\text{m}$$