

Segunda aula de teoria de ME5330

Primeiro semestre de 2014



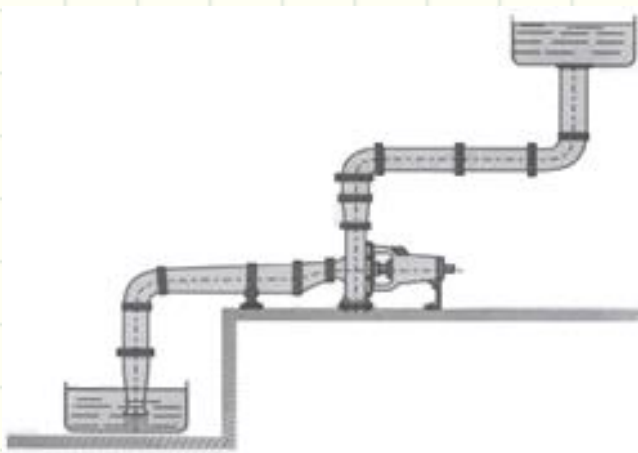
Vamos retomar as etapas de projeto que começamos a comentar na primeira aula!



Equação da CCI

Dados iniciais

- fluido e sua temperatura
- condições de captação
- condições de descarga
- vazão desejada



Etapas do projeto de uma instalação de bombeamento mencionadas até aqui.

$\rho; \gamma; \gamma = \rho \times g; \mu; \nu = \frac{\mu}{\rho};$
 P_{vapor}
 $H_x = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{\beta_x \times \alpha_x \times v_x^2}{2g}$



$Q = v \times A$

Esboço da instalação

Dimensionamento da tubulação



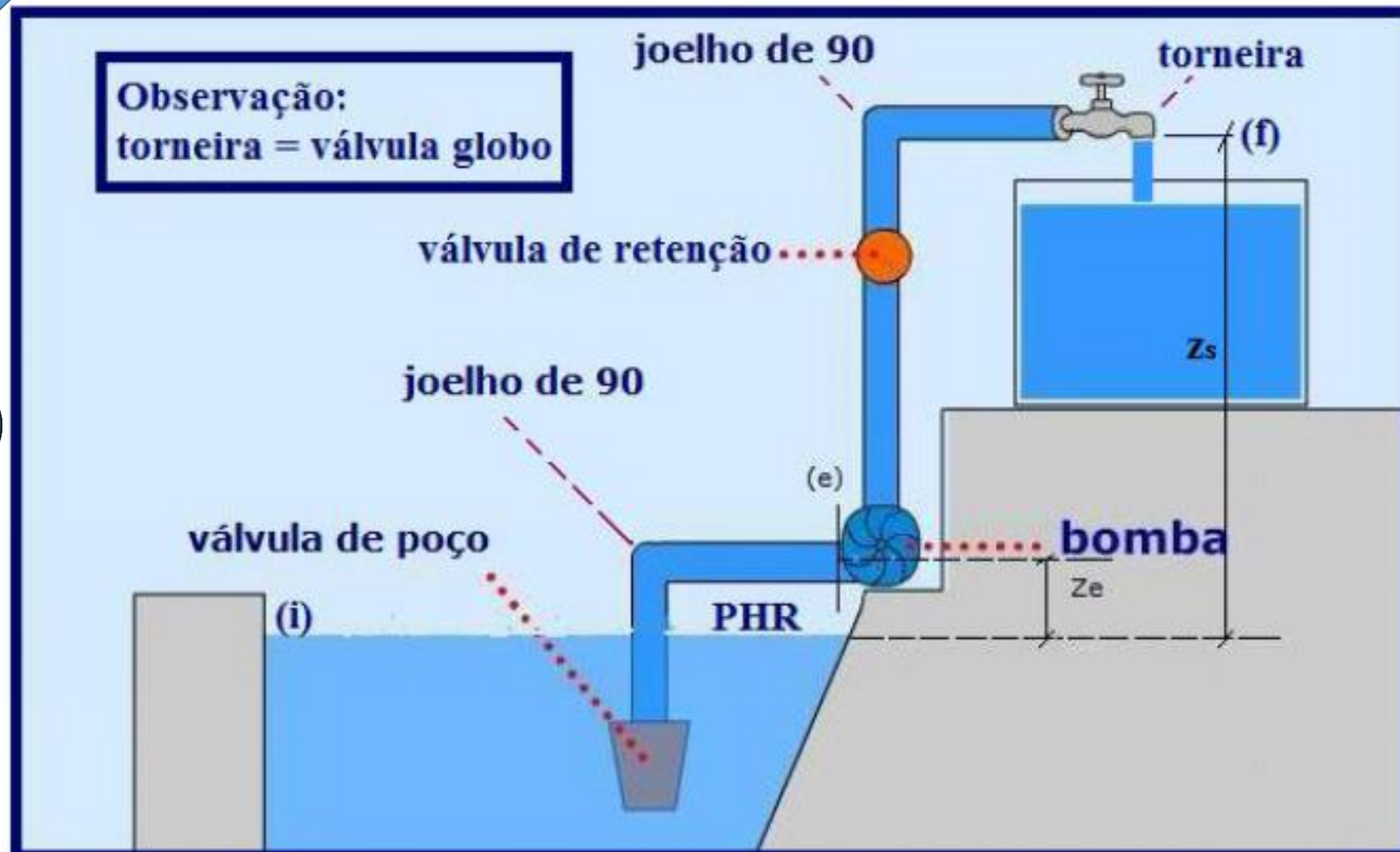
Vamos praticar a certeza que o engenheiro precisa resolver problemas!

Esse era meu medo!



A instalação de recalque representada a seguir foi projetada e foi selecionada a bomba da RUDC de 3500 rpm a RF-5 que apresenta o diâmetro do rotor 132 mm, pede-se especificar a vazão máxima do escoamento conhecendo-se as curvas da bomba.

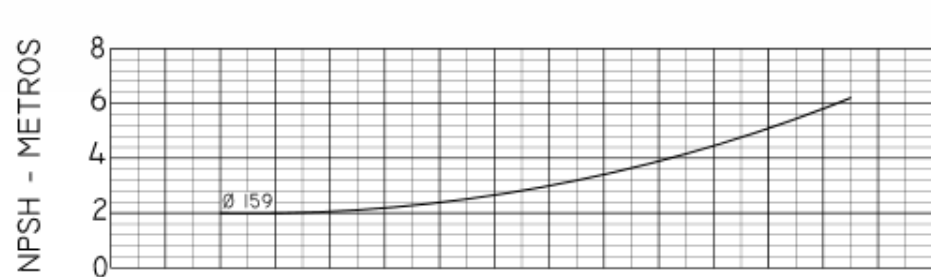
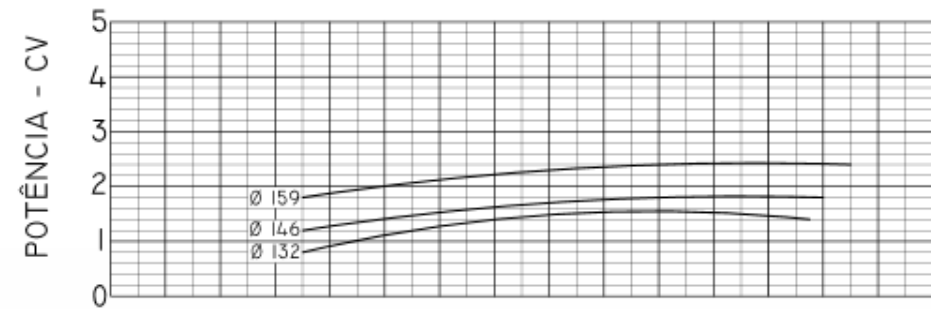
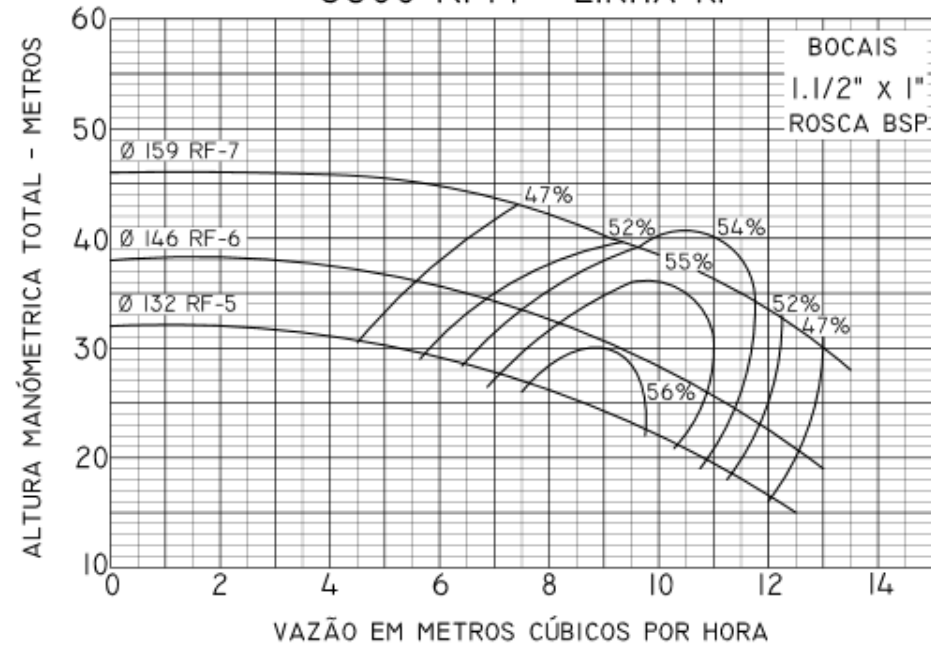
Deixa eu ver as curvas!



RUDC
BOMBAS

RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

3500 RPM - LINHA RF



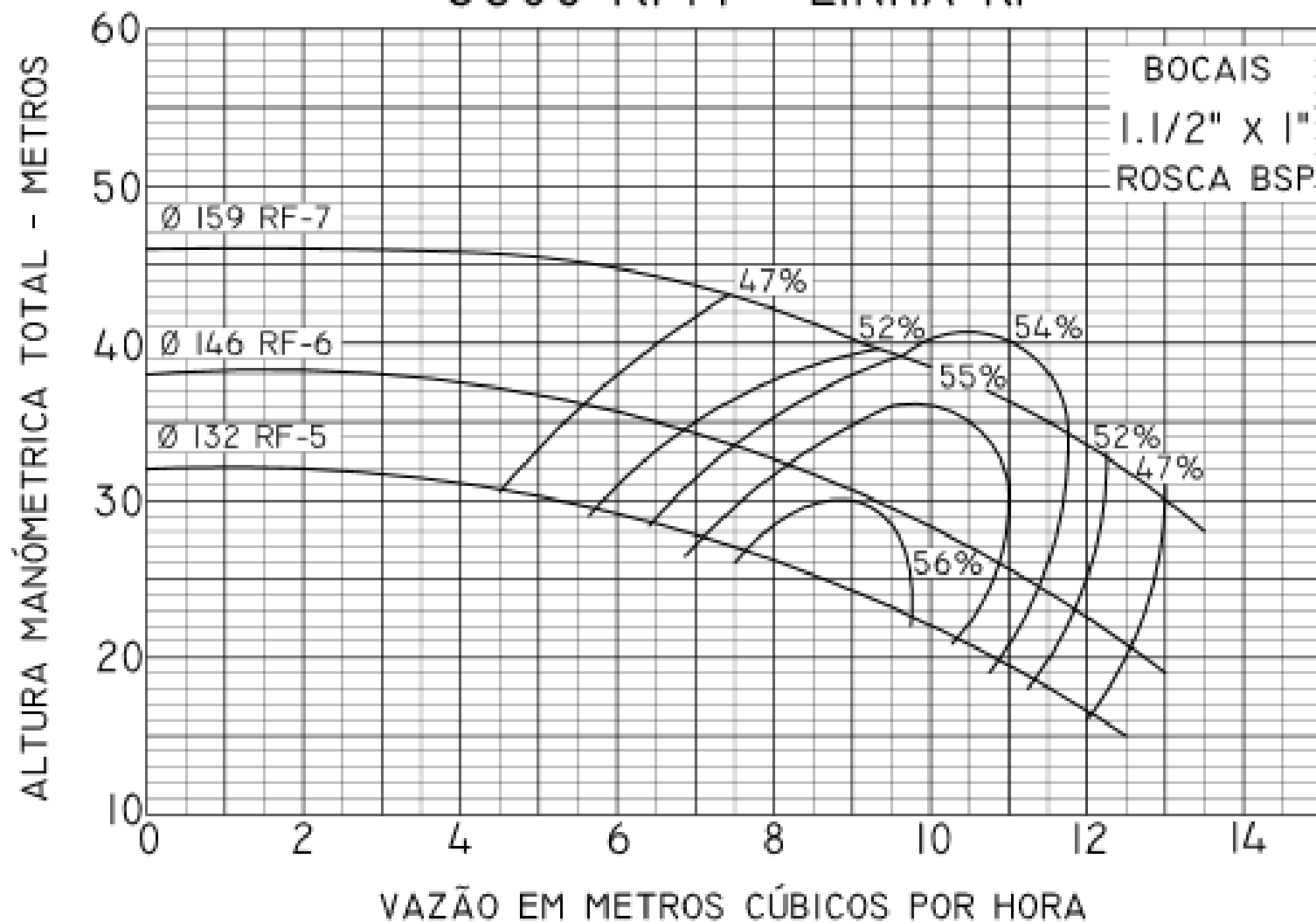
Todas as
curvas!



RUDC
BOMBAS

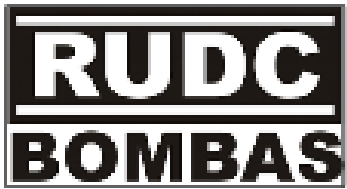
RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

3500 RPM - LINHA RF



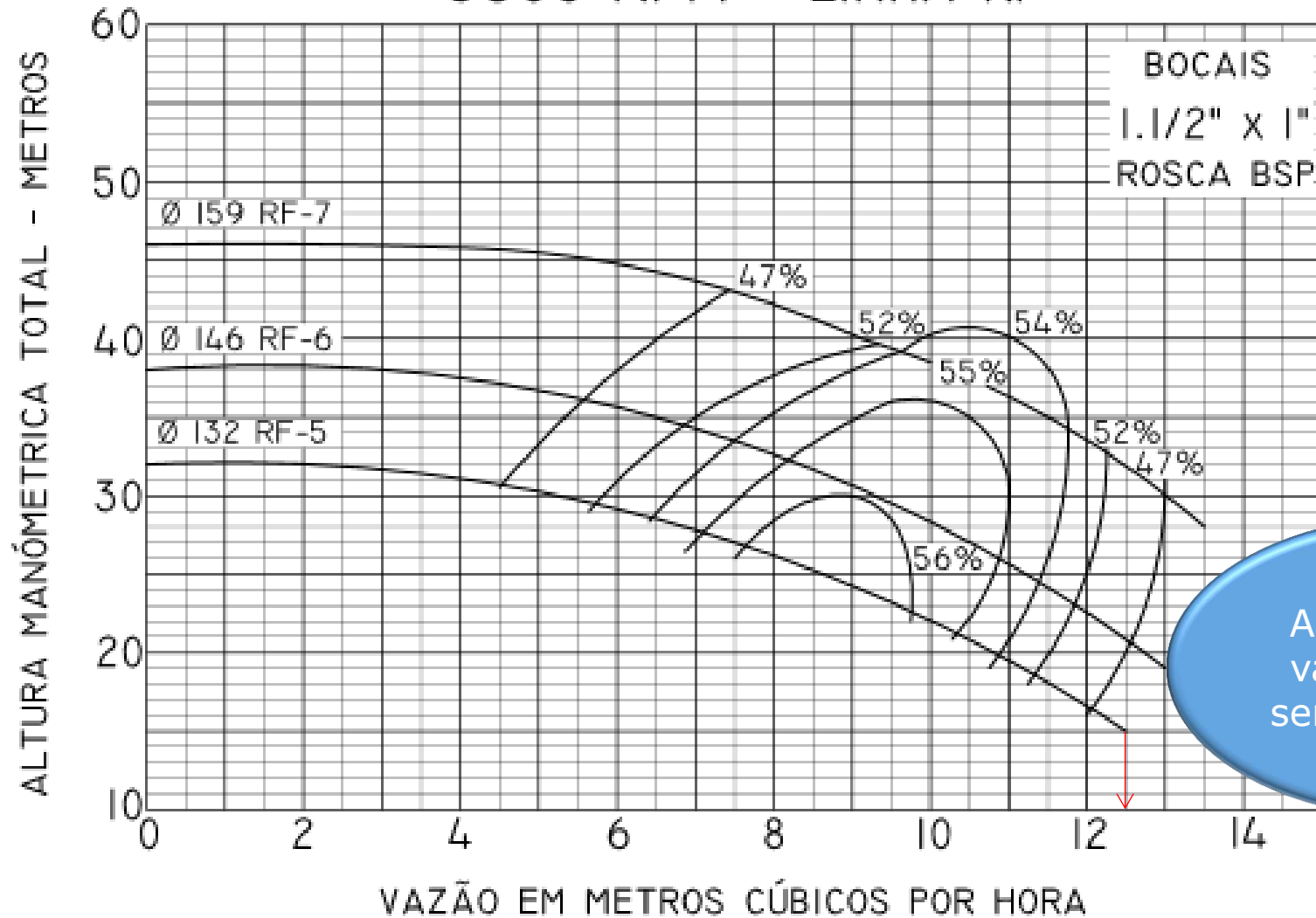
Neste problema, vamos considerar parte delas!






RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

3500 RPM - LINHA RF



Acredito que a vazão máxima seria 12,5 m³/h.






Para verificar se a resposta anterior está correta, devemos, após conhecer os dados iniciais e traçar a CCI (curva característica da instalação), obter o ponto de trabalho da bomba!

O que é isto?

A equação da CCI para as instalações com uma entrada e uma saída é obtida aplicando-se a equação da energia da seção inicial a seção final e deixando a mesma em função do(s) coeficiente(s) de perda de carga distribuída(s) e da vazão, já o ponto de trabalho da bomba é obtido no cruzamento da CCI com a CCB!

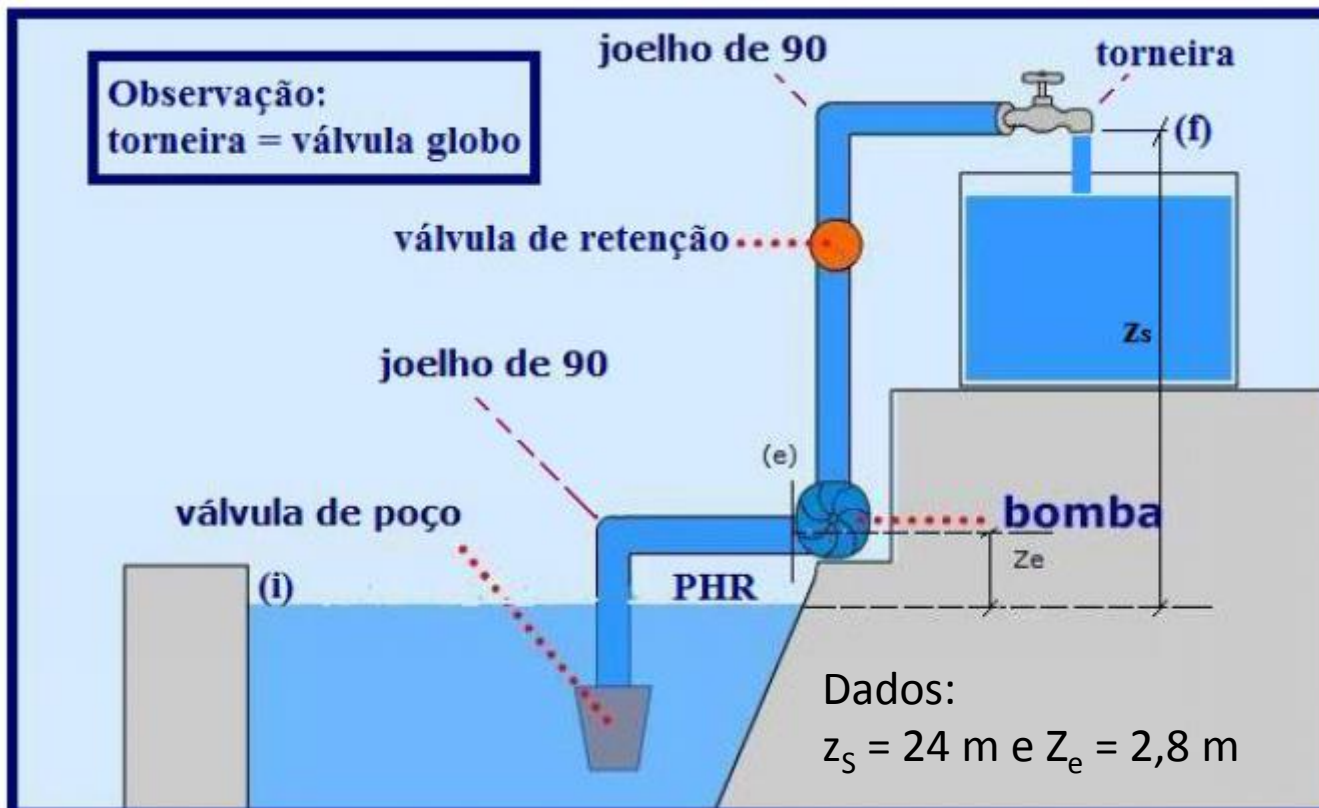


Vamos praticar isso!



Para a instalação com a água a 20°C, consideramos os seguintes dados:

Diâmetro de 2" aço 40	D _{int} = 52,5 mm	A = 21,7 cm ²	K = 4,6 x 10 ⁵ mm	L _{sucção} = 3,2 m
Diâmetro de 1,5" aço 40	D _{int} = 40,8 mm	A = 13,1 cm ²	K = 4,6 x 10 ⁵ mm	L _{recalque} = 28,2 m



Singularidade e diâmetro	Leq (m)
Válvula de poço de 2"	19,81
Joelho de 90° de 2"	1,88
Válvula de retenção de 1,5"	17,07
Joelho de 90° de 1,5"	1,41
Torneira de 1,5"	13,72
Saída da torneira	1

Tubo de aço e D _N em "	f _{médio}
2,0	0,0247
1,5	0,0245

$$H_i + H_S = H_f + H_{paB} + H_{pdB}$$

H_S = carga que o sistema necessita para ter uma vazão Q , no ponto de trabalho nós temos: $H_S = H_B$, já H_{paB} = perda antes da bomba no caso $H_{paB} = H_{p2}$, H_{pdB} = perda depois da bomba no caso $H_{pdB} = H_{p1,5}$



$$z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + H_S = z_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{\alpha_f \times v_f^2}{2g} + H_{paB} + H_{pdB}$$

Para o problema proposto, temos: $z_i = 0$; $p_i = 0$; $v_i = 0$; $z_f = 24 \text{ m}$; $p_f = 0$ e $v_f = Q / (13,1 \times 10^{-4})$, portanto:



$$0 + 0 + 0 + H_S = 24 + 0 + \frac{\alpha_f \times Q^2}{19,6 \times (13,1 \times 10^{-4})^2} + H_{p_{2''}} + H_{p_{1,5''}}$$

$$H_S = 24 + 29730,5 \times \alpha_f \times Q^2 + f_{2''} \times \frac{(3,2 + 21,69)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{19,6 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} + f_{1,5''} \times \frac{(28,2 + 33,2)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{19,6 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_S = 24 + 29730,5 \times \alpha_f \times Q^2 + f_{2''} \times 5136769,3 \times Q^2 + f_{1,5''} \times 44741397,6 \times Q^2$$



E se considerarmos os coeficientes de perda de carga distribuída dados, como ficaria?

$$H_S = 24 + 29730,5 \times \alpha_f \times Q^2 + 126878,2 \times Q^2 + 1096164,3 \times Q^2$$

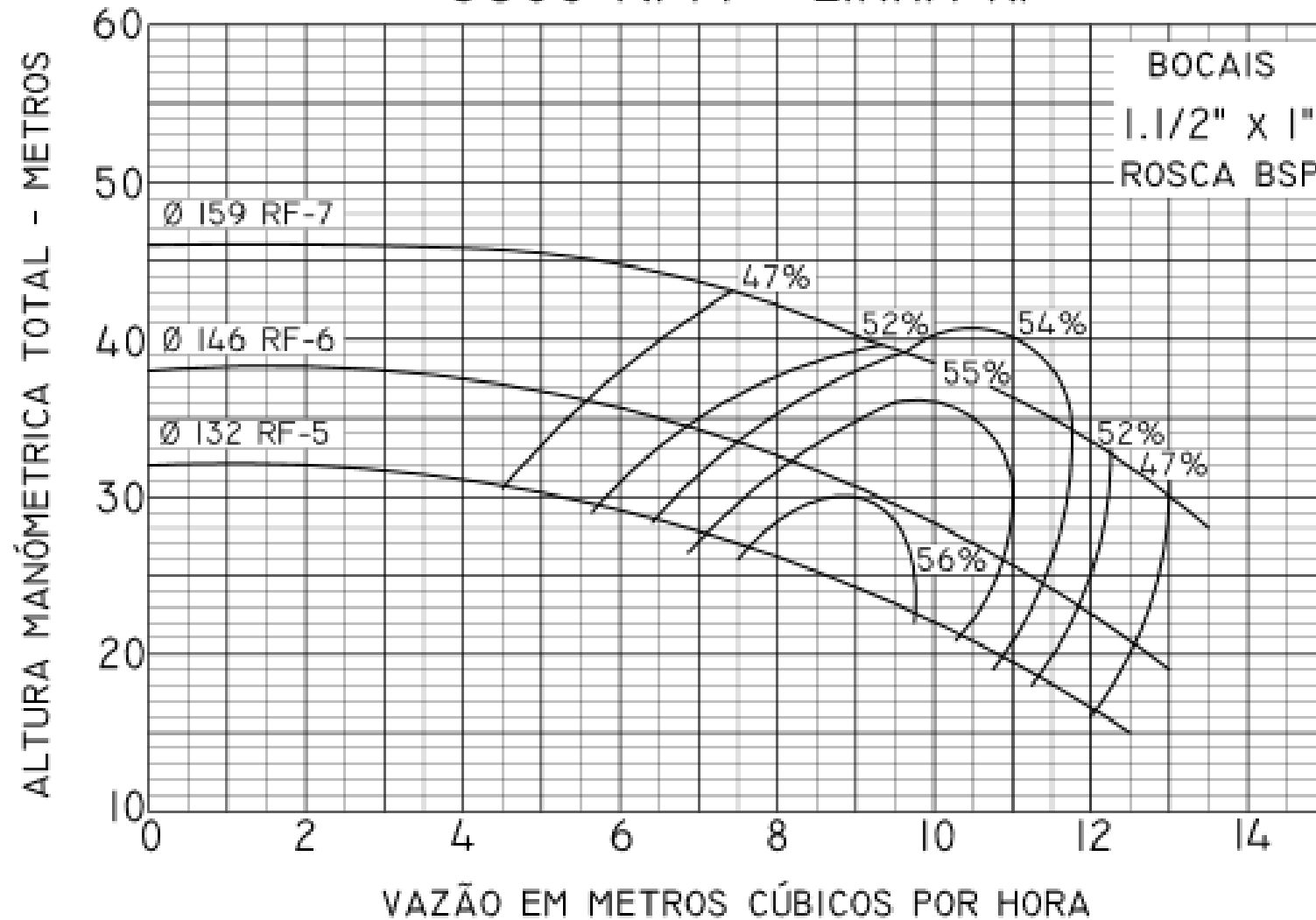
Atribuindo
valores para a
vazão,
teríamos:





RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

3500 RPM - LINHA RF

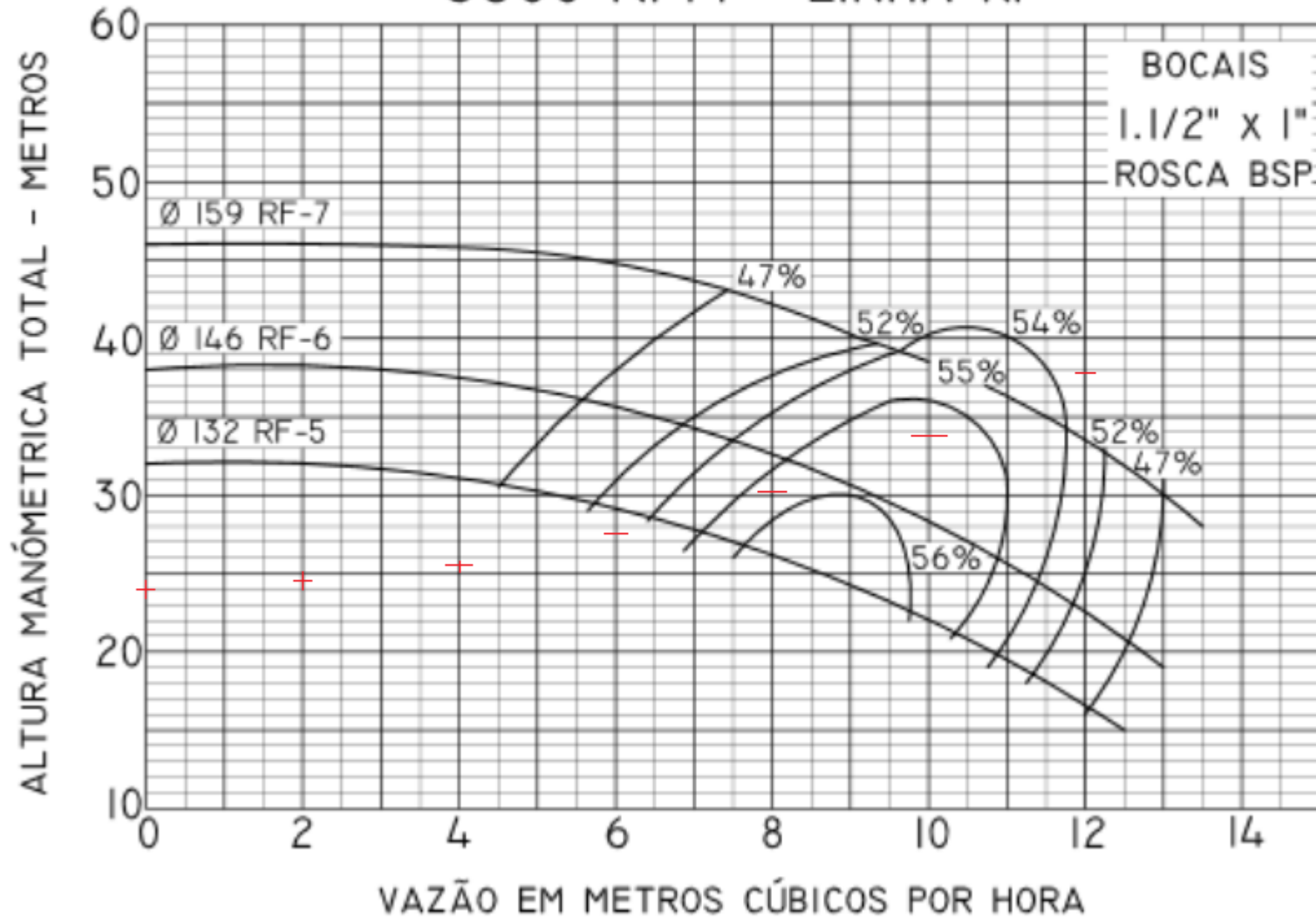


Q(m ³ /h)	Hs(m)
0	24
2	24,4
4	25,5
6	27,5
8	30,2
10	33,7
12	37,9

RUDC
BOMBAS

RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

3500 RPM - LINHA RF

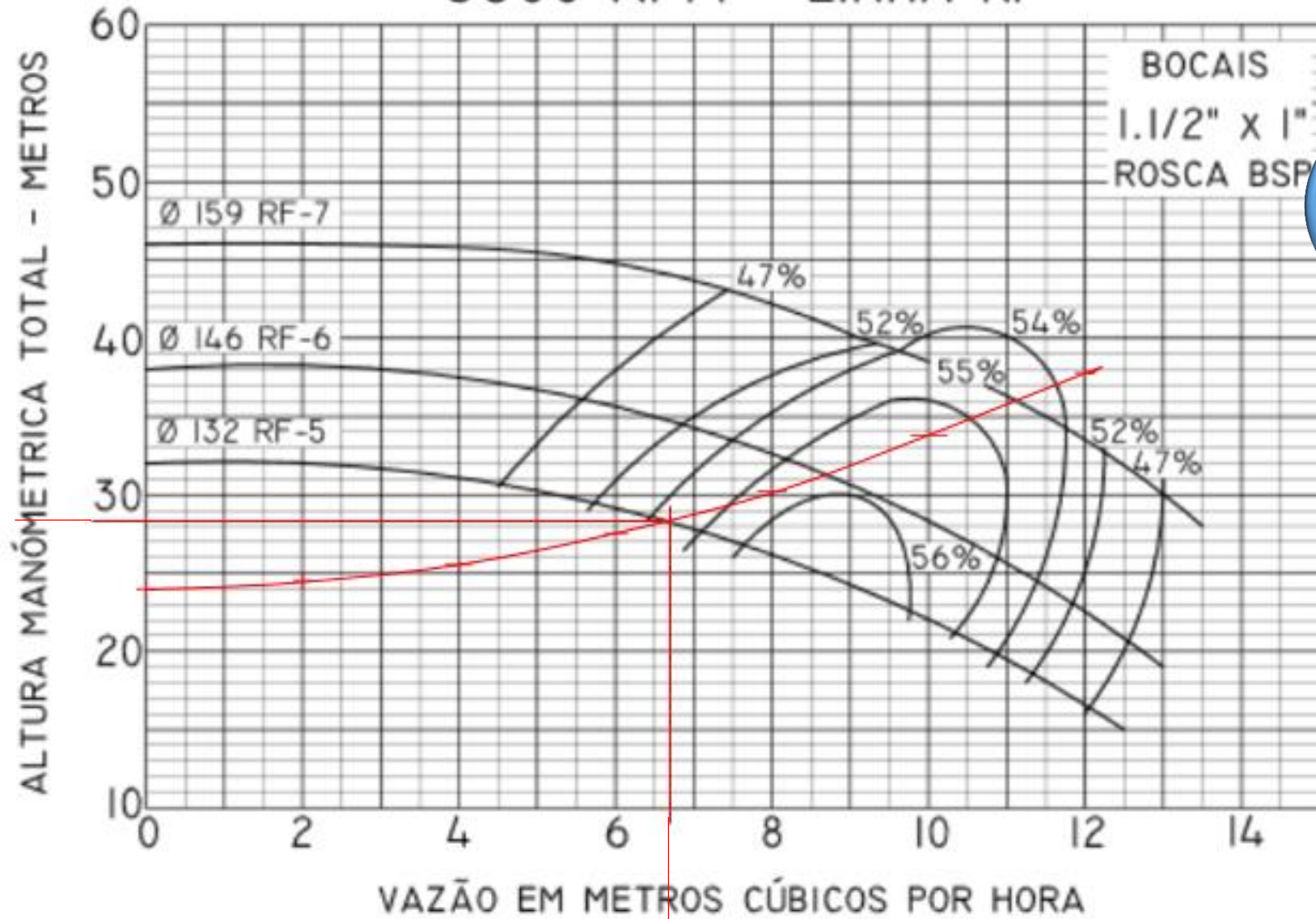


Traçando a CCI, no cruzamento dela com a CCB da RF-5, obtemos, tanto a vazão máxima de escoamento com a carga manométrica correspondente.



BOMBAS

3500 RPM - LINHA RF



HB = 28,2 m

Q = 6,7 m³/h

Que é bem diferente dos 12,5 m³/h



Importante aqui mencionar que existe uma região ideal para o funcionamento da bomba selecionada para isto devemos ler a sua vazão para o rendimento máximo e aí estabelecer que deve operar de 0,5 vezes esta vazão e 1,2 vezes a mesma.

Por que?

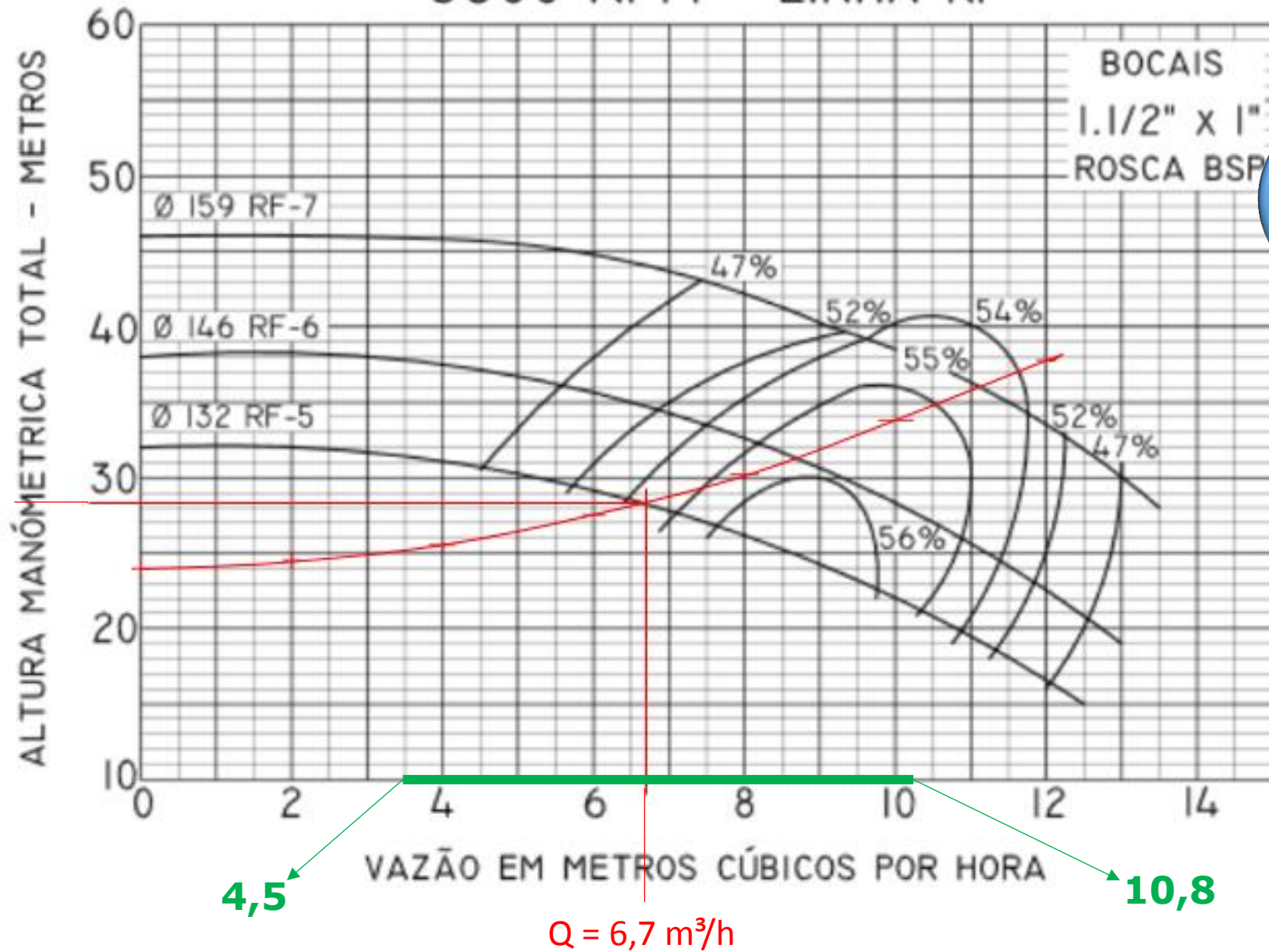


Abaixo de 0,5 vezes a vazão do rendimento máximo o fenômeno de recirculação, que já existe para vazões menores que 0,7 vezes esta vazão, passa a danificar a bomba, já para vazões igual e superiores a 1,2 vezes a vazão do rendimento máximo, temos o aumento da probabilidade de ocorrer o fenômeno de cavitação.



BOMBAS

3500 RPM - LINHA RF



HB = 28,2 m

4,5

Q = 6,7 m³/h


10,8

Para o exemplo temos a região ideal de trabalho representada na figura



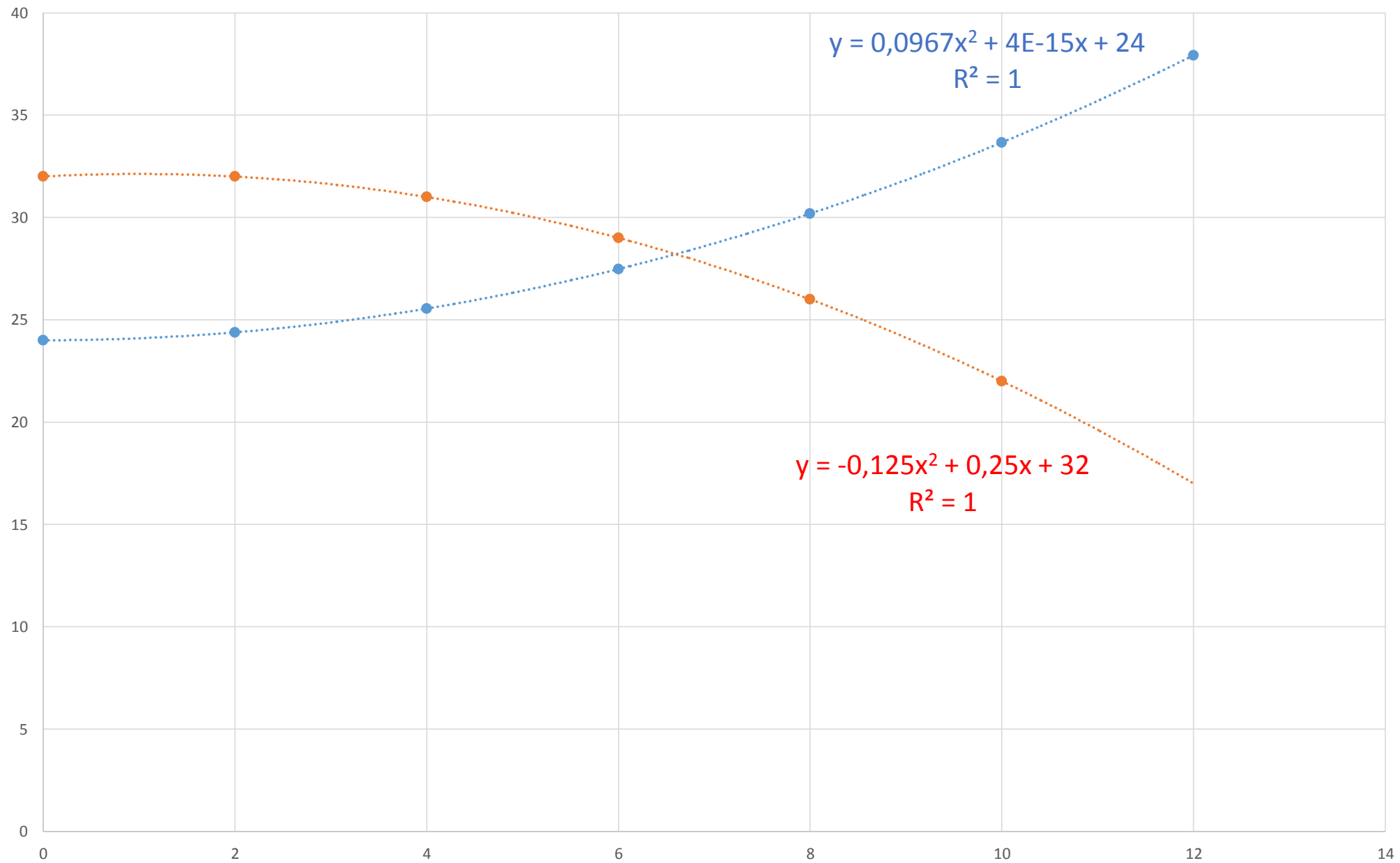
Outra maneira de resolver é recorrendo ao Excel e obtendo através dele a CCI e a CCB





A tabela ao lado
será usada na
planilha do Excel
e ao traçar as
curvas através
dela obtemos:

Q(m ³ /h)	Hs(m)	HB(m)
0	24	32
2	24,4	32
4	25,5	31
6	27,5	29
8	30,2	26
10	33,7	22
12	37,9	21,5



No cruzamento da
CCI com a CCB,
igualando as suas
equações, resulta:

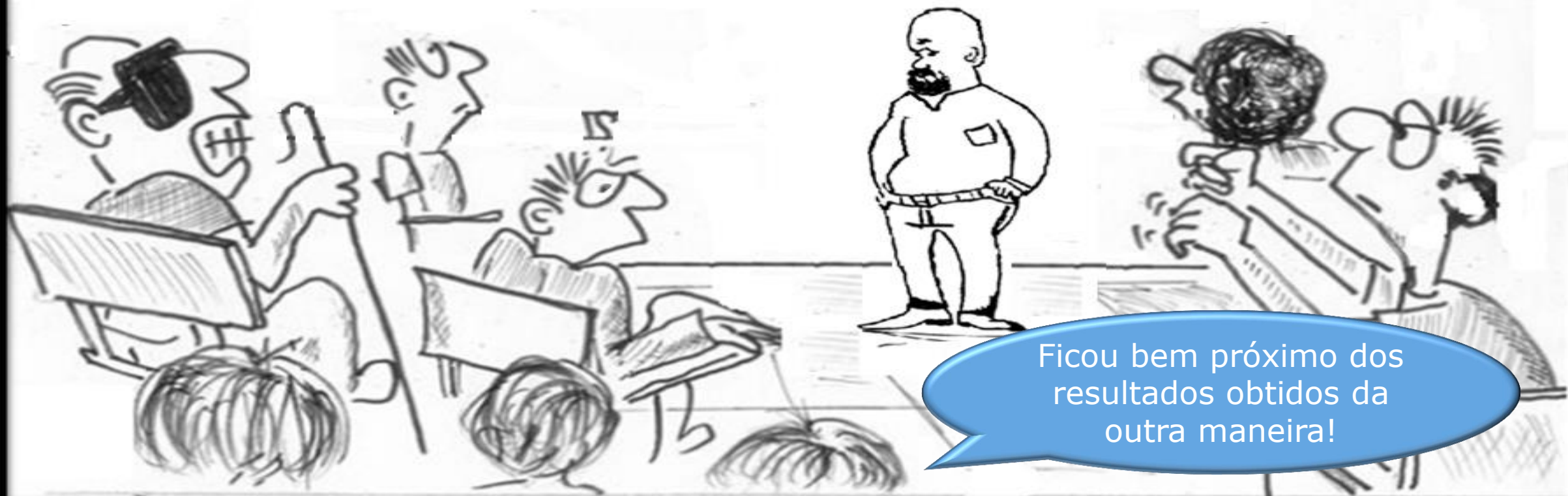


$$0,0967Q^2 + 24 = -0,125Q^2 + 0,25Q + 32$$

$$0,2217Q^2 - 0,25Q - 8 = 0$$

$$Q_{\tau} = \frac{0,25 + \sqrt{0,25^2 + 4 \times 0,2217 \times 8}}{2 \times 0,2217} \cong 6,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$H_{B_{\tau}} = 0,0967 \times 6,6^2 + 24 \cong 28,2\text{m}$$



Ficou bem próximo dos resultados obtidos da outra maneira!