



"O mundo não é dos espertos. É das pessoas honestas e verdadeiras. A esperteza, um dia, é descoberta e vira vergonha. A honestidade se transforma em exemplo para as gerações do futuro. Uma corrompe a vida; a outra enobrece a alma."

Chico Xavier



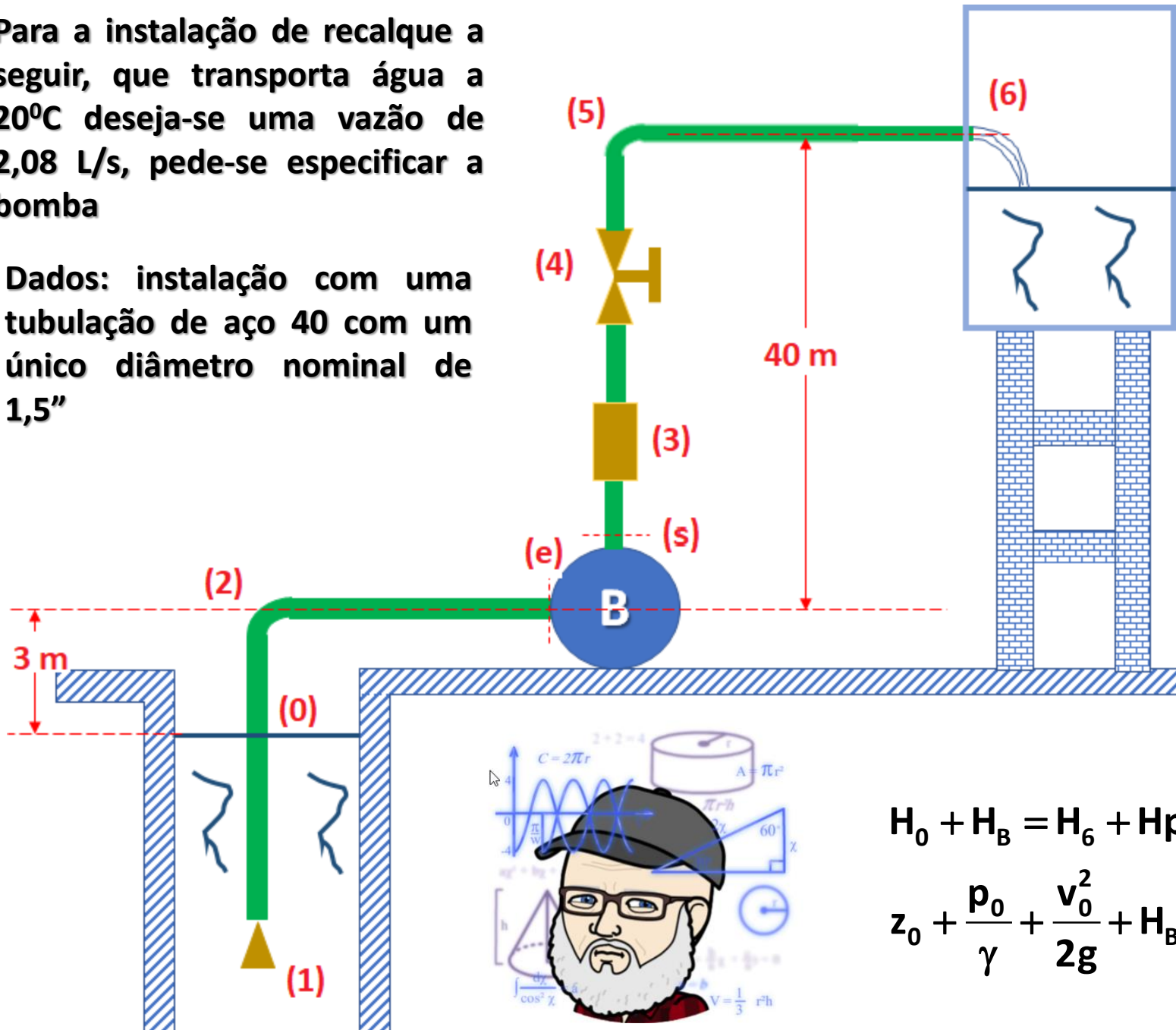
Portanto, vamos nos comprometer com nosso aprendizado e caminhar com as próprias pernas e assumir nossas responsabilidades!

Assim,  
viabilizaremos  
as mudanças no  
Brasil!



Para a instalação de recalque a seguir, que transporta água a 20°C deseja-se uma vazão de 2,08 L/s, pede-se especificar a bomba

Dados: instalação com uma tubulação de aço 40 com um único diâmetro nominal de 1,5"



Dados:

$$L_{aB} = 4 \text{ m}; L_{\text{recalque}} = 82 \text{ m}; g = 9,8 \text{ m/s}^2;$$

- (1) – válvula de pé com crivo ou válvula de poço da Mipel;
- (2) - joelho fêmea de 90° da Tupy
- (3) - válvula de retenção vertical da Mipel;
- (4) - válvula globo reta sem guia aberta da Mipel;
- (5) - joelho fêmea de 90° da Tupy
- (6) - saída de canalização da Tupy

$$H_0 + H_B = H_6 + H_{p_{\text{total}}}$$

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} + H_B = z_6 + \frac{p_6}{\gamma} + \frac{\alpha_6 v_6^2}{2g} + H_{p_{aB}} + H_{p_{\text{recalque}}}$$

$$Q_{\text{projeto}} = \text{fator\_de\_segurança} \times Q_{\text{desejada}}$$



O fator de segurança mínimo é 1,1, portanto:

$$Q_{\text{projeto}} = 1,1 \times 2,08 \cong 2,29 \text{ L / s}$$

propriedades do fluido transportado				
temp (°C)	$\mu$ (kg/μs)	$\rho$ (kg/μ³)	pv (Pa)	$\nu$ (μ²/s)
20	1,00E-03	998,2		1,004E-06

mat. tubo	espessur	
aço	a	Dint (mm) A (cm²)
	40	40,8 13,1
	K(m)	DH/k
	4,60E-05	887

Q (m³/h)	Q (m³/s)	Q (L/s)	Q (L/min)
8,2		2,29	

deve transformar para m³/h

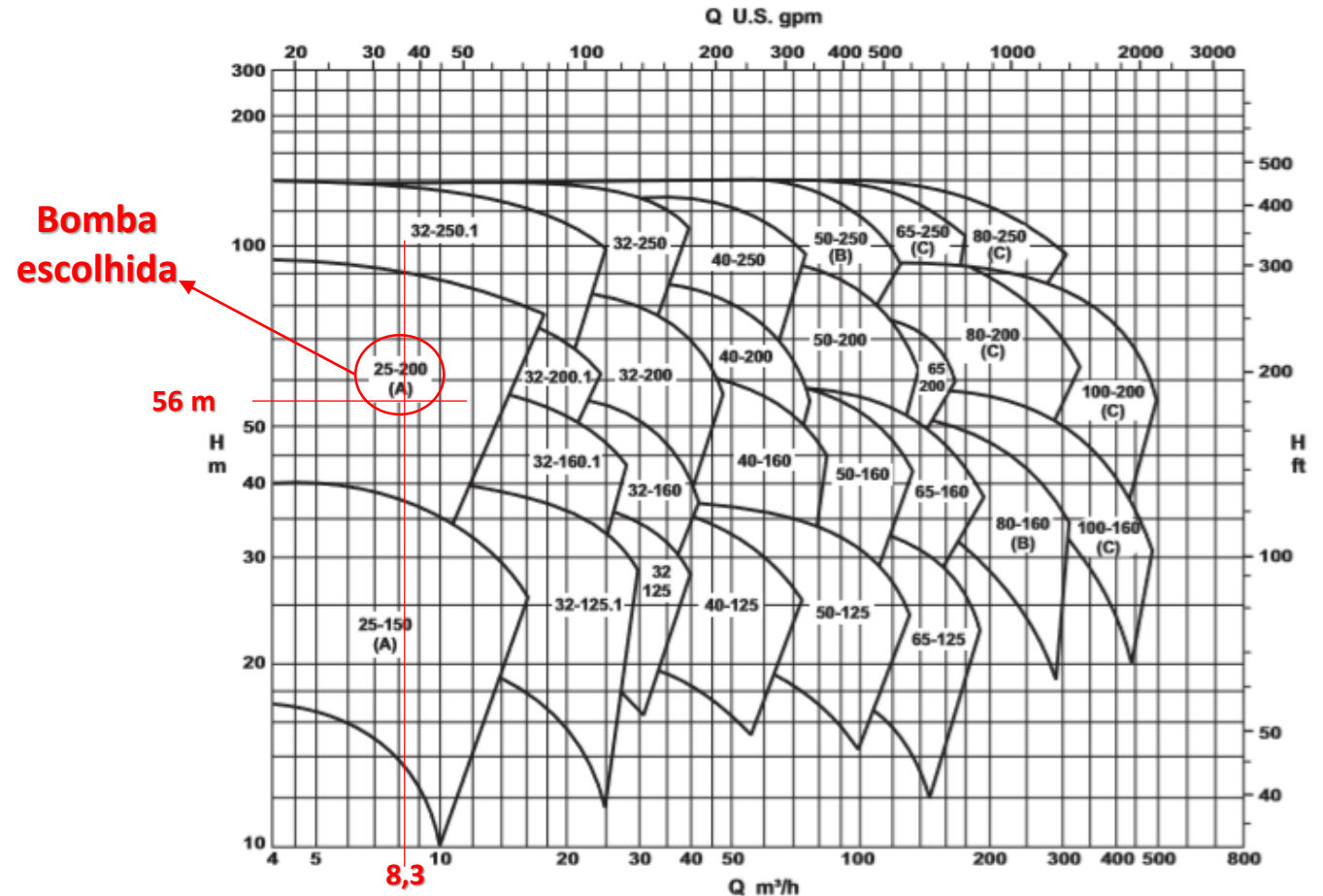
Q (m³/h)	v (m/s)	Re	f <sub>Haaland</sub>	f <sub>Swamee e Jain</sub>	f <sub>Churchill</sub>	f <sub>planilha</sub>
8,2	1,75	71038	0,0231	0,0235	0,0236	0,0234

$$H_{B_{\text{projeto}}} = 43 + 29730,45 \left( \frac{2,29}{1000} \right)^2 + 0,0236 \times 100325661,4 \times \left( \frac{2,29}{1000} \right)^2 \quad \therefore H_{B_{\text{projeto}}} \cong 55,6 \text{ m}$$

## ESCOLHIDO O FABRICANTE

1. Marcamos a vazão de projeto na abscissa que é  $8,3 \text{ m}^3/\text{h}$  e subimos uma vertical
2. Marcamos a carga manométrica de projeto e puxamos uma horizontal
3. No cruzamento da vazão de projeto ( $8,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ) com a carga manométrica de projeto ( $56 \text{ m}$ ) especificamos a bomba

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	<b>KSB MEGANORM</b> <b>KSB MEGABLOC</b> <b>KSB MEGACHEM</b> <b>KSB MEGACHEM V</b>	Campo de Aplicação Selection Charts Campo de Aplicación	<b>60 Hz</b>	
--	--	---	--------------	---



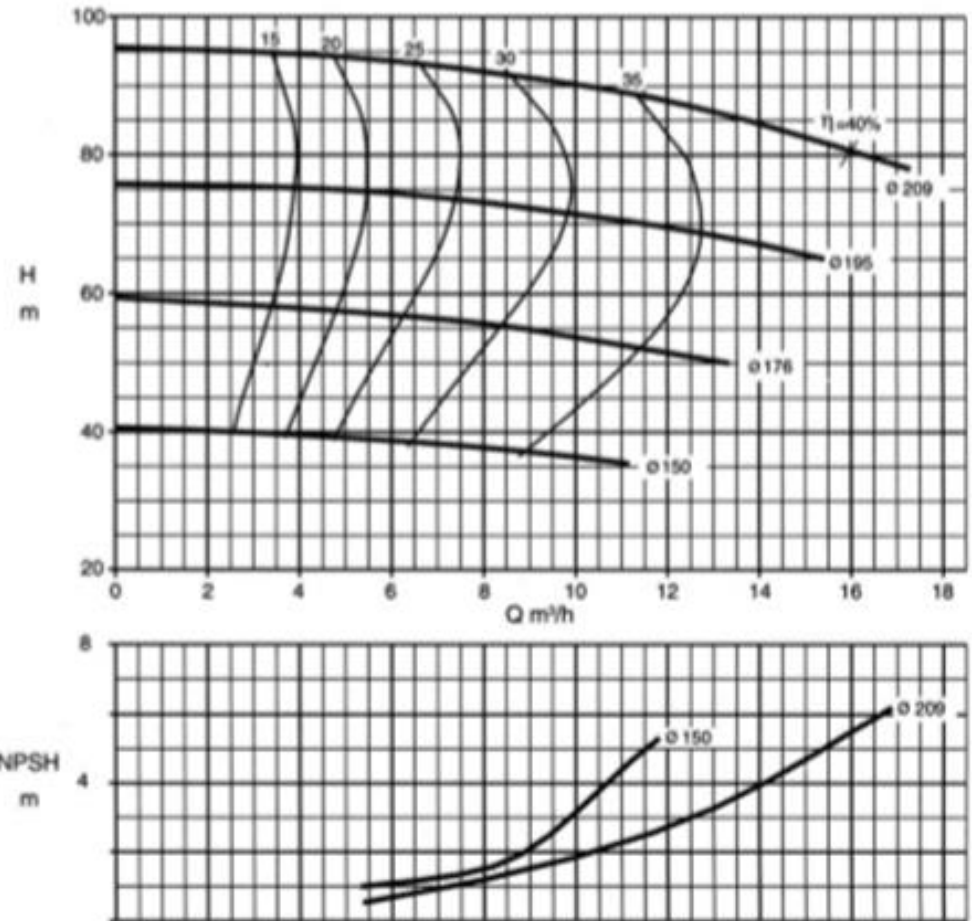
- (A) Somente para KSB Meganorm e KSB Megabloc.  
(B) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.  
(C) Somente para KSB Meganorm e KSB Megachem.



Para este exemplo, teríamos as curvas ao lado para a bomba escolhida, agora, devemos definir o diâmetro do rotor e especificar o ponto de trabalho!

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	<b>KSB MEGANORM</b> <b>KSB MEGABLOC</b>	Tamanho Size Tamaño	<b>25-200</b>	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal		
		<b>3500 rpm</b>		

Altura Manométrica  
Head  
Altura Manométrica

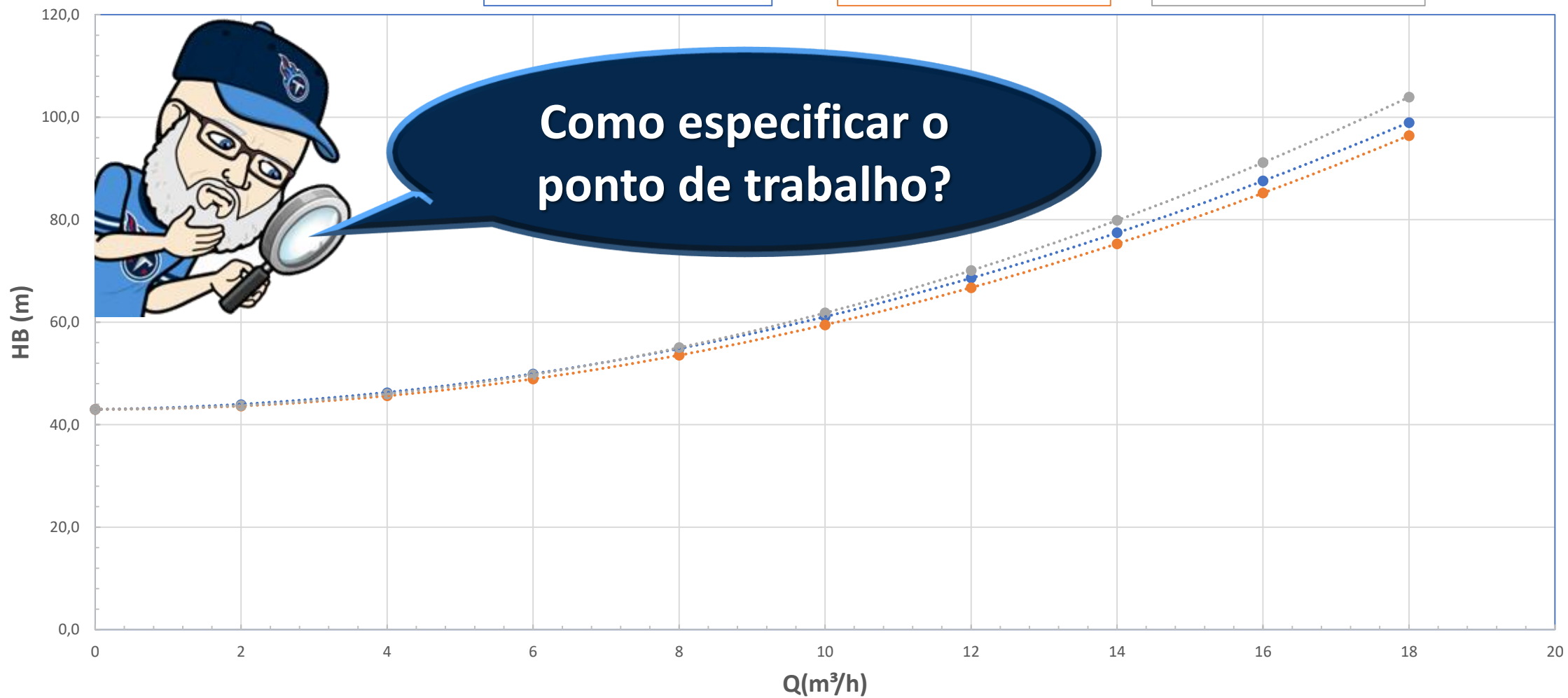


### Comparação das CCI

$$HB = 0,1631Q^2 + 0,1755Q + 43$$
$$R^2 = 1$$

$$HB = 0,1649Q^2 - 1E-14Q + 43$$
$$R^2 = 1$$

$$HB = 0,1881Q^2 - 1E-14Q + 43$$
$$R^2 = 1$$



● f de Churchill    ● f do Hid rugoso    ● f constante 0,024    ..... Polinomial (f de Churchill)    ..... Polinomial (f do Hid rugoso)    ..... Polinomial (f constante 0,024)

# VAMOS PENSAR NAS ETAPAS BÁSICAS DE UM PROJETO DE INSTALAÇÃO DE BOMBEAMENTO



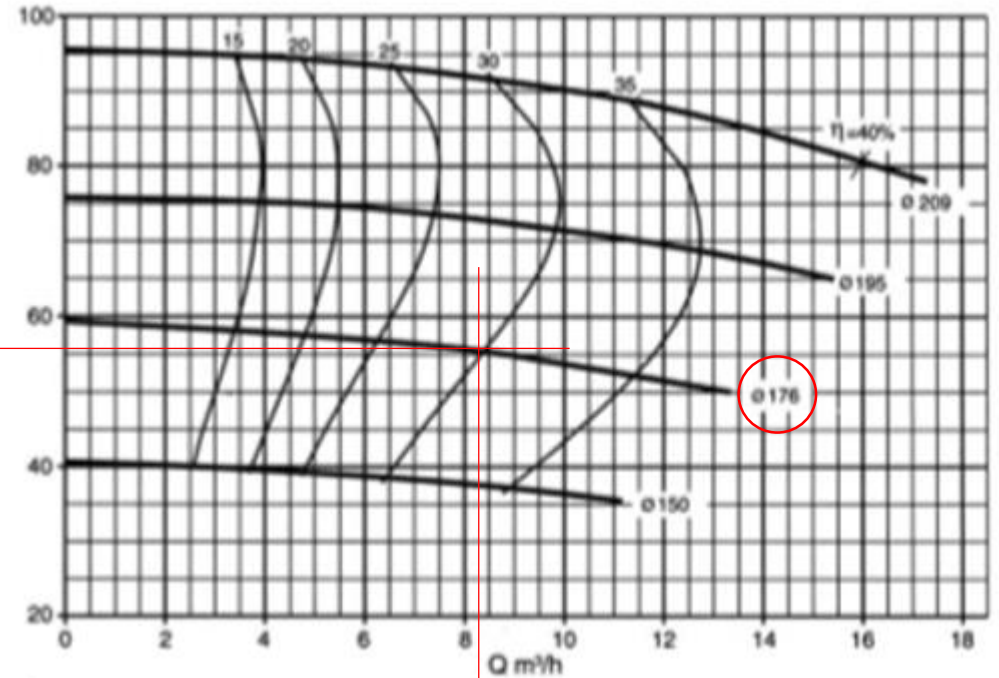


Sabemos que:

$$Q_{\text{projeto}} \cong 2,29 \text{ L / s} \cong 8,3 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$H_{B_{\text{projeto}}} \cong 55,6 \text{ m} \approx 56 \text{ m}$$

BOMBA MEGABLOC 25-200 DA  
KSB COM  $n = 3500 \text{ rpm}$  E COM  
 $D_{\text{rotor}} = 176 \text{ mm}$

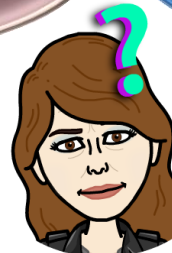


56

8,3



Primeira possibilidade:  
traçar as CCI sobre as curvas  
do fabricante!



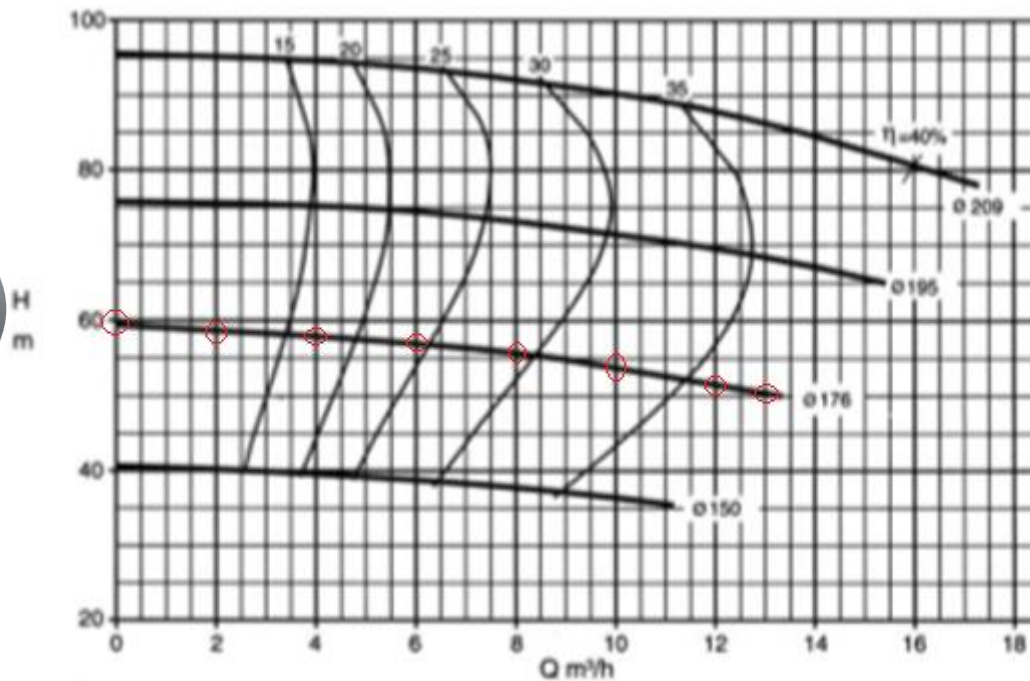
Segunda possibilidade:  
traçar a CCB sobre as CCI  
pelo Excel!







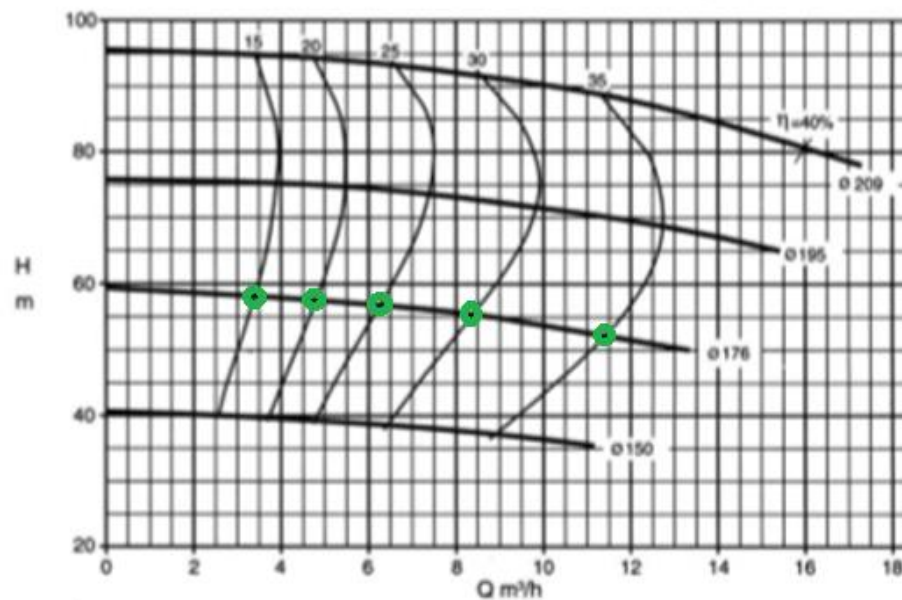
Resolvendo  
pela segunda  
possibilidade!



Q(m³/h)	HB (m)
0	60,0
2	59,4
4	58,6
6	57,4
8	55,8
10	53,9
12	51,5
13	50,1



Resolvendo  
pela segunda  
possibilidade!



Q(m³/h)	h <sub>B</sub> (m)
3,4	15
4,8	20
6,3	25
8,4	30
11,4	35

# Comparação das CCI

$$HB = 0,1631Q^2 + 0,1755Q + 43$$

$$R^2 = 1$$

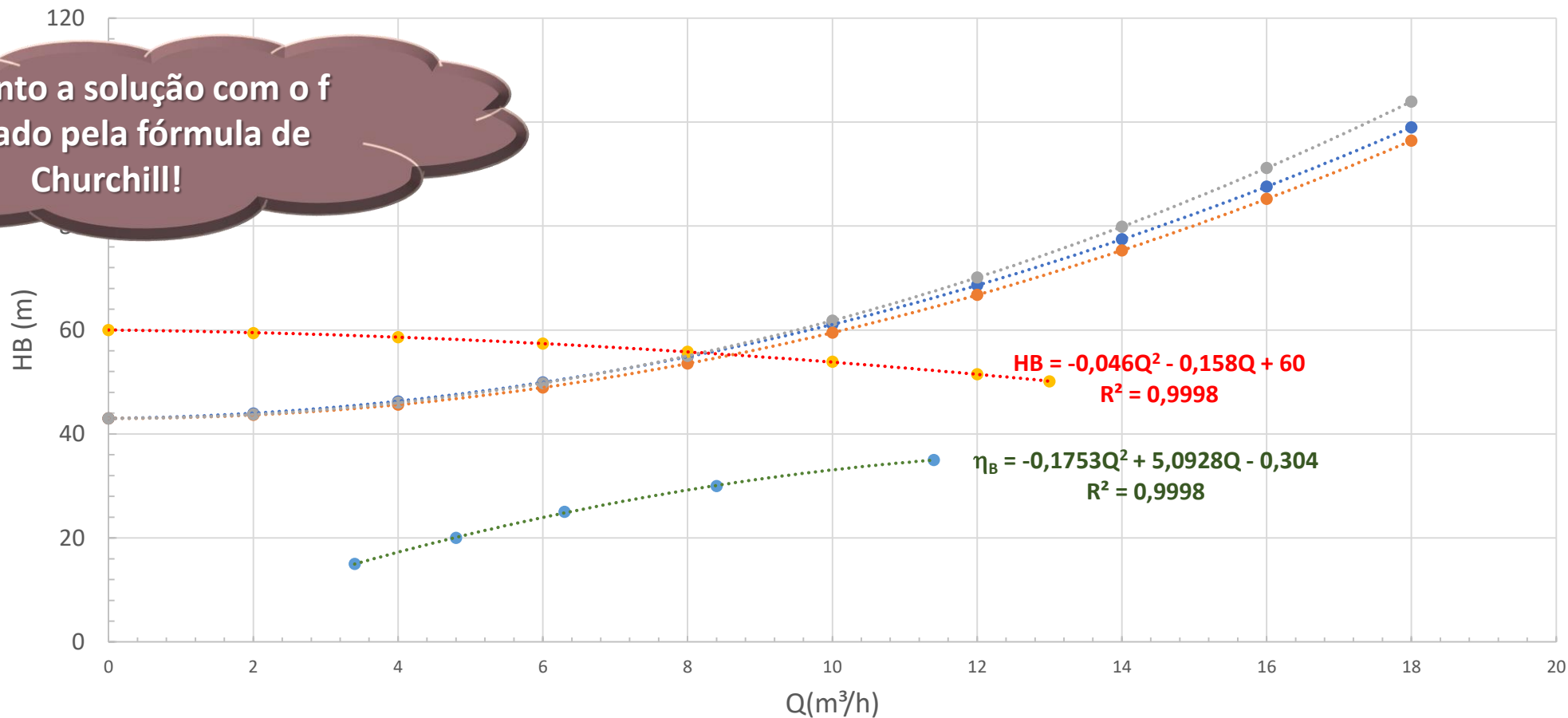
$$HB = 0,1649Q^2 + 43$$

$$R^2 = 1$$

$$HB = 0,1881Q^2 + 43$$

$$R^2 = 1$$

Apresento a solução com o f calculado pela fórmula de Churchill!



$$HB = -0,046Q^2 - 0,158Q + 60$$

$$R^2 = 0,9998$$

$$\eta_B = -0,1753Q^2 + 5,0928Q - 0,304$$

$$R^2 = 0,9998$$



- CCI com f de Churchill
- CCI com f no hi.d rugoso
- CCI com f = 0,024
- CCB parcial HB
- CCB parcial rendimento
- Polinomial (CCI com f de Churchill)
- Polinomial (CCI com f no hi.d rugoso)
- Polinomial (CCI com f = 0,024)
- Polinomial (CCB parcial HB)
- Polinomial (CCB parcial rendimento)



Ponto de trabalho  
definido no cruzamento  
da CCI com a CCB!

Então é por isso que  
igualamos as  
equações?



Exatamente!

CCI  $\rightarrow$   $HB = 0,1631Q^2 + 0,1755Q + 43$   
 $R^2 = 1$

CCB  $\rightarrow$   $HB = -0,046Q^2 - 0,158Q + 60$   
 $R^2 = 0,9998$

$$0,1631Q^2 + 0,1755Q + 43 = -0,046Q^2 - 0,158Q + 60$$


$$0,2091Q^2 + 0,3335Q - 17 = 0$$

$$Q_{\tau} = \frac{-0,3335 + \sqrt{0,3335^2 + 4 \times 0,2091 \times 17}}{2 \times 0,2091}$$

$$Q_{\tau} \cong 8,3 \frac{m^3}{h}$$



Atende a nossa  
vazão de  
projeto!



Calculamos agora a carga manométrica no ponto de trabalho!

$$CCI \rightarrow HB = 0,1631Q^2 + 0,1755Q + 43$$


$R^2 = 1$

$$HB_{\tau} = 0,1631 \times 8,3^2 + 0,1755 \times 8,3 + 43$$

$$HB_{\tau} \cong 55,7m$$



Atende a carga manométrica de projeto!




Calculamos agora o rendimento no ponto de trabalho!

$$\eta_B = -0,1753Q^2 + 5,0928Q - 0,304$$

$R^2 = 0,9998$

$$\eta_{B\tau} = -0,1753 \times 8,3^2 + 5,0928 \times 8,3 - 0,304$$

$$\eta_{B\tau} \cong 29,8\%$$



Calculamos agora a potência da bomba no ponto de trabalho!

$$N_{B\tau} = \frac{(998,2 \times 9,8) \times (8,3 / 3600) \times 55,7}{0,298}$$

$$N_{B\tau} \cong 4215,6W$$



Próximos passos: cálculo do consumo de operação e a verificação do fenômeno de cavitação.

