



## DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O que é preciso fazer para alcançar o desenvolvimento sustentável?

➤ Justiça social

➤ Prudência ecológica

➤ Eficiência econômica



© 2007 HowStuffWorks



## DESMATAMENTO

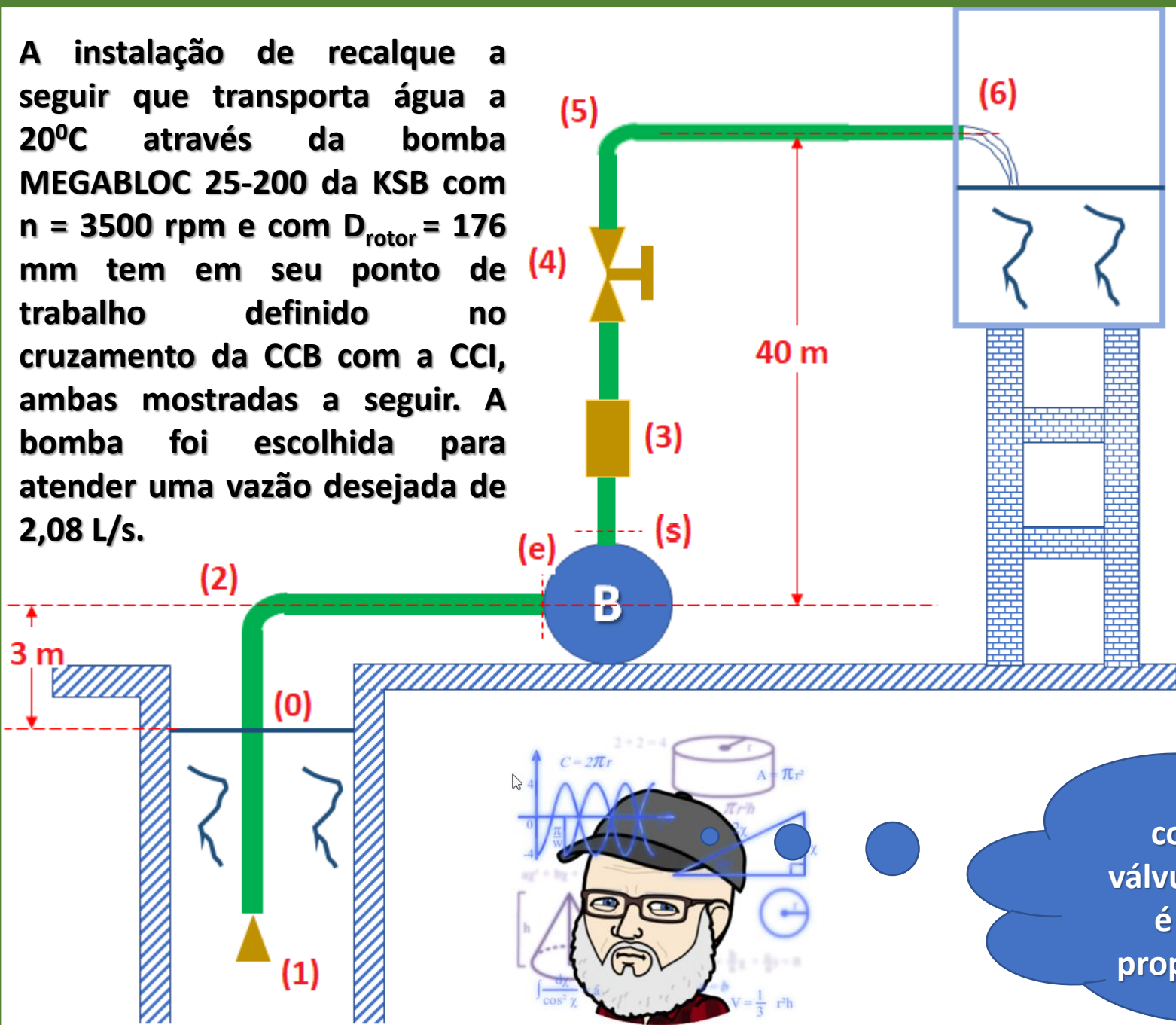
■ **Desmatamento** é o processo de desaparecimento de massas florestais, fundamentalmente causada pela atividade humana, principalmente devido a abates realizados pela indústria madeireira, tal como para a obtenção de solo para cultivos agrícolas.

CONSEQUÊNCIAS:

- Efeito estufa
- Aquecimento global
- Erosão/assoreamento
- Diminuição da biodiversidade



A instalação de recalque a seguir que transporta água a 20°C através da bomba MEGABLOC 25-200 da KSB com  $n = 3500$  rpm e com  $D_{\text{rotor}} = 176$  mm tem em seu ponto de trabalho definido no cruzamento da CCB com a CCI, ambas mostradas a seguir. A bomba foi escolhida para atender uma vazão desejada de 2,08 L/s.



Dados:  
 instalação com uma tubulação de aço 40 com um único diâmetro nominal de 1,5", portanto:  $D_{\text{int}} = 40,8$  mm,  $A = 13,1$  cm<sup>2</sup>,  $K = 4,6 \cdot 10^{-5}$  m;  
 $L_{\text{aB}} = 4$  m;  $L_{\text{recalque}} = 82$  m;  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>;

- (1) válvula de pé com crivo ou válvula de poço da Mipel →  $Leq_1 = 17,07$  m;
- (2) joelho fêmea de 90° da Tupy →  $Leq_2 = 1,41$  m;
- (3) válvula de retenção vertical da Mipel →  $Leq_3 = 17,07$  m;
- (4) válvula globo reta sem guia aberta da Mipel →  $Leq_4 = 13,72$  m;
- (5) joelho fêmea de 90° da Tupy →  $Leq_5 = 1,41$  m;
- (6) saída de canalização da Tupy →  $Leq_6 = 1,0$  m;

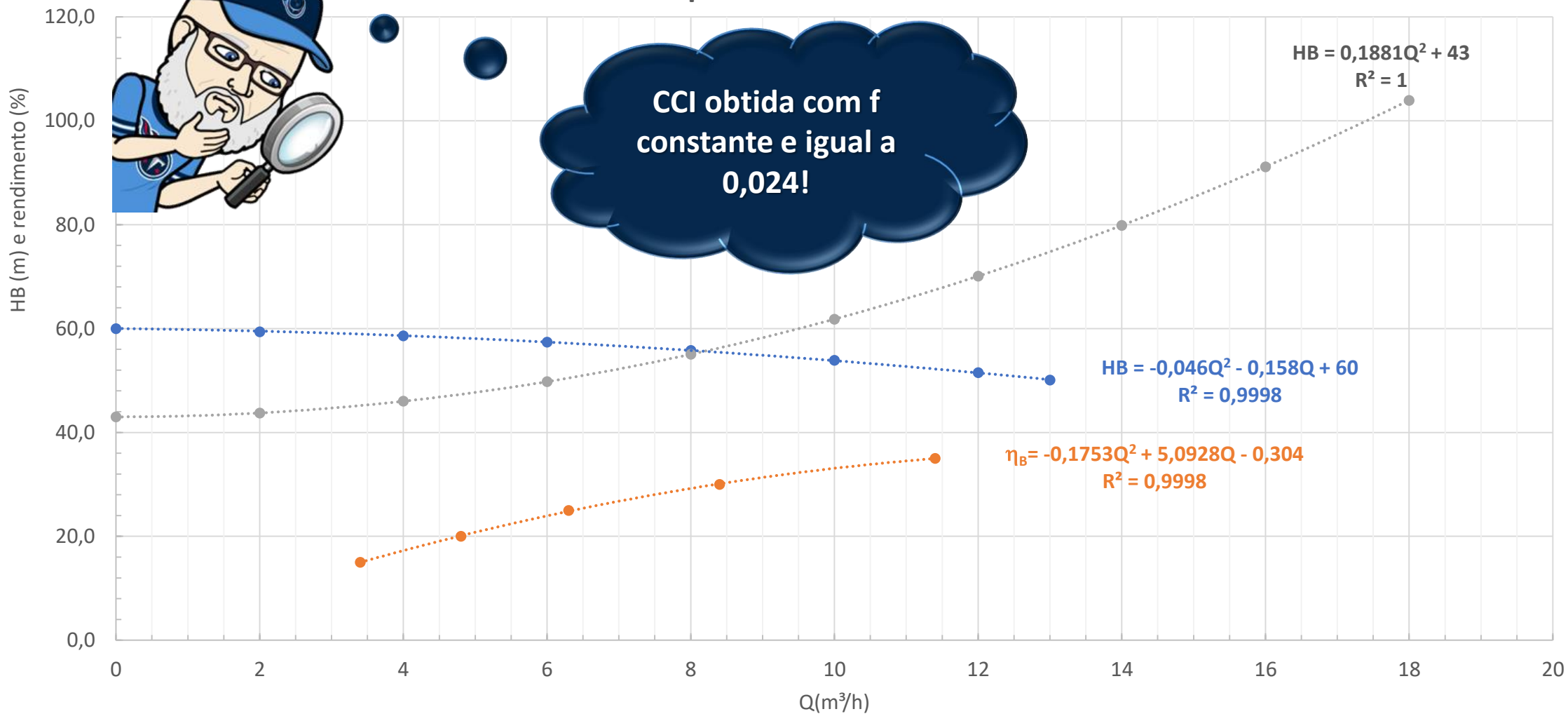
Conhecemos a equação da CCI:  
 $H_B = 43 + 29730,45Q^2 + f_{1,5''} \times 100325661,4 \times Q^2$

Calcule o aumento do comprimento equivalente da válvula globo reta sem guia, a qual é fechada parcialmente para propiciar uma redução de 50% na vazão.

### ponto de trabalho



CCI obtida com f constante e igual a 0,024!



- HB = f(Q)
- rendimento = f(Q)
- CCI
- ..... Polinomial (HB = f(Q))
- ..... Polinomial (rendimento = f(Q))
- ..... Polinomial (CCI)

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

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

$$\eta_B = -0,1753Q^2 + 5,0928Q - 0,304$$
$$R^2 = 0,9998$$



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

Então é por isso que  
igualamos as  
equações?



Exatamente!

CCI  $\rightarrow$   $HB = 0,1881Q^2 + 43$   
 $R^2 = 1$

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

$$0,1881Q^2 + 43 = -0,046Q^2 - 0,158Q + 60$$

$$0,2341Q^2 + 0,158Q - 17 = 0$$

$$Q_{\tau} = \frac{-0,158 + \sqrt{0,158^2 + 4 \times 0,2341 \times 17}}{2 \times 0,2341}$$

$$Q_{\tau} \cong 8,2 \frac{m^3}{h}$$



Não será nosso objetivo  
neste exercício, mas não  
atende a nossa vazão de  
projeto!



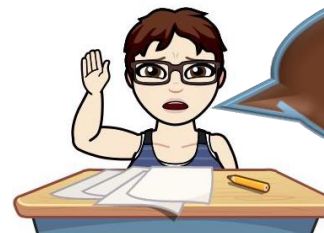
Através da válvula globo  
4 desejamos diminuir a  
vazão em 50%

$$Q_{\text{tnovo}} \cong 0,5 \times 8,2 = 4,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

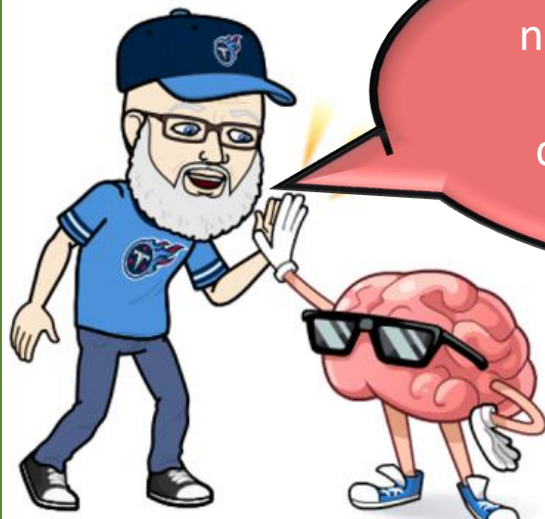
Essa redução da vazão é  
obtida fechando  
parcialmente a válvula 4!



Esse fechamento  
altera o que?



Só altera a perda de carga  
na válvula 4 e isto leva a ter  
um aumento do seu  
comprimento equivalente  
( $Leq_{4\text{novo}}$ )



$$HB_{\text{tnovo}} = -0,046 \times 4,1^2 - 0,158 \times 4,1 + 60$$

$$HB_{\text{tnovo}} \cong 58,6\text{m}$$

Como a curva da bomba  
 $HB = f(Q)$  não foi  
alterada, temos:





Recorremos a equação da CCI e através dela determinamos o novo comprimento equivalente da válvula globo reta sem guia ( $Leq_{4novo}$ )

$$\frac{(L + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{1}{2g \times A^2}$$

$$H_B = 43 + 29730,45Q^2 + f_{1,5''} \times 100325661,4 \times Q^2$$

$$58,6 = 43 + 29730,45 \times \left(\frac{4,1}{3600}\right)^2 + 0,024 \times \frac{(86 + 37,97 + Leq_{4novo})}{0,0408} \times \frac{\left(\frac{4,1}{3600}\right)^2}{19,6 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$37,97 = Leq_1 + Leq_2 + Leq_3 + Leq_5 + Leq_6 = 17,07 + 1,41 + 17,07 + 1,41 + 1$$

$$\frac{(58,6 - 43 - 0,038562412) \times 0,0408 \times 19,6 \times (13,1 \times 10^{-4})^2 \times 3600^2}{0,024 \times 4,1^2} = 86 + 37,97 + Leq_{4novo}$$

$$686,016541 - 86 - 37,97 = Leq_{4novo} \therefore Leq_{4novo} \cong 562,05m$$

$$\therefore \Delta Leq_4 \cong 562,05 - 13,72 \cong 548,33m$$





Isso mesmo, um aumento de 548,38 m, afinal ter o escoamento com uma válvula parcialmente fechada para se ter uma redução na vazão de 50% é como se dirigíssemos nosso carro com o freio de mão puxado, a alternativa aqui seria trabalhar com o inversor de frequência!



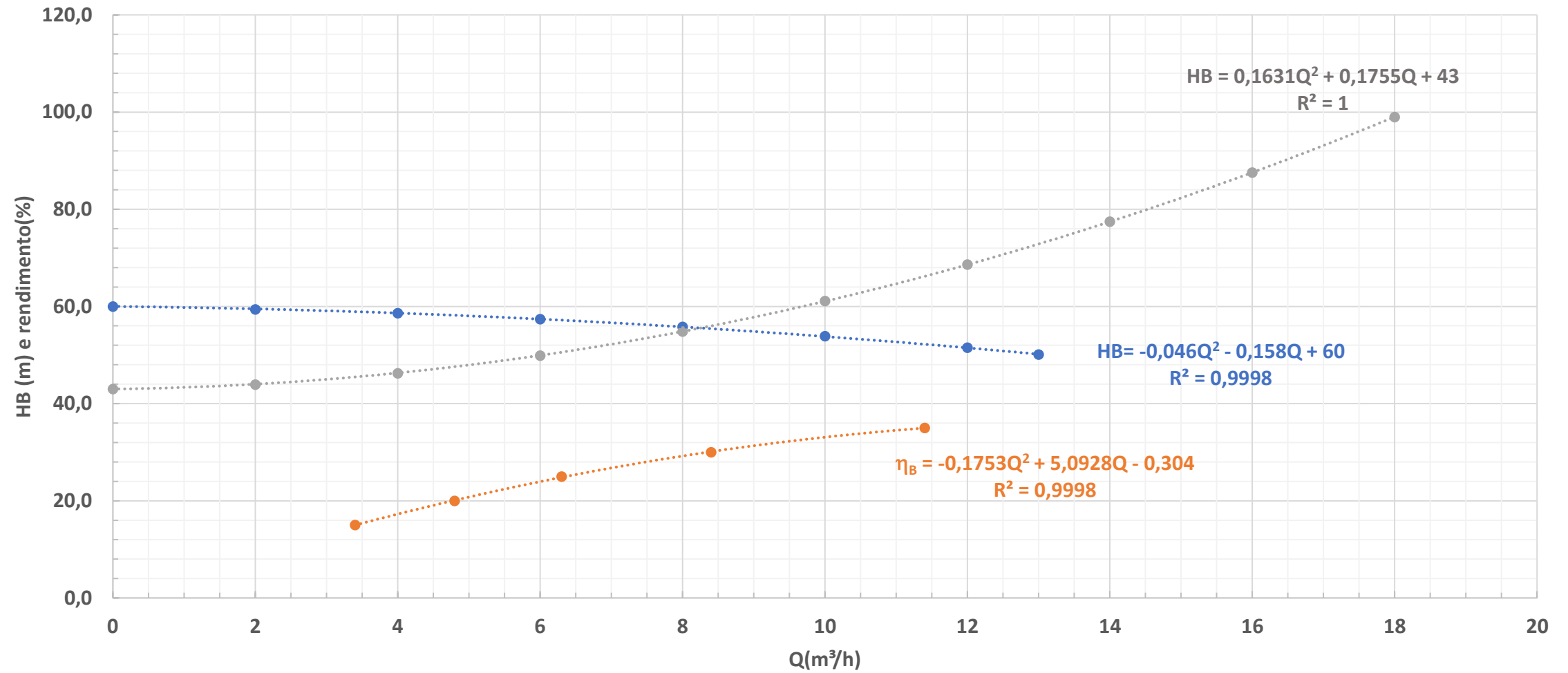
Refaçam o problema considerando que o coeficiente de perda de carga distribuída ( $f_{1,5''}$ ) muda com a vazão e conhecendo-se neste caso a tabela a seguir, a qual possibilitou construir a CCI nesta situação pelo Excel!

$$H_B = 43 + 29730,45Q^2 + f_{1,5''} \times 100325661,4 \times Q^2$$

Q(m <sup>3</sup> /h)	f	HB (m)
0	0	43
2	0,0292	43,9
4	0,0259	46,2
6	0,0244	49,9
8	0,0236	54,9
10	0,0231	61,1
12	0,0227	68,6
14	0,0224	77,5
16	0,0222	87,6
18	0,0220	99,0



## Ponto de trabalho com f de Churchill

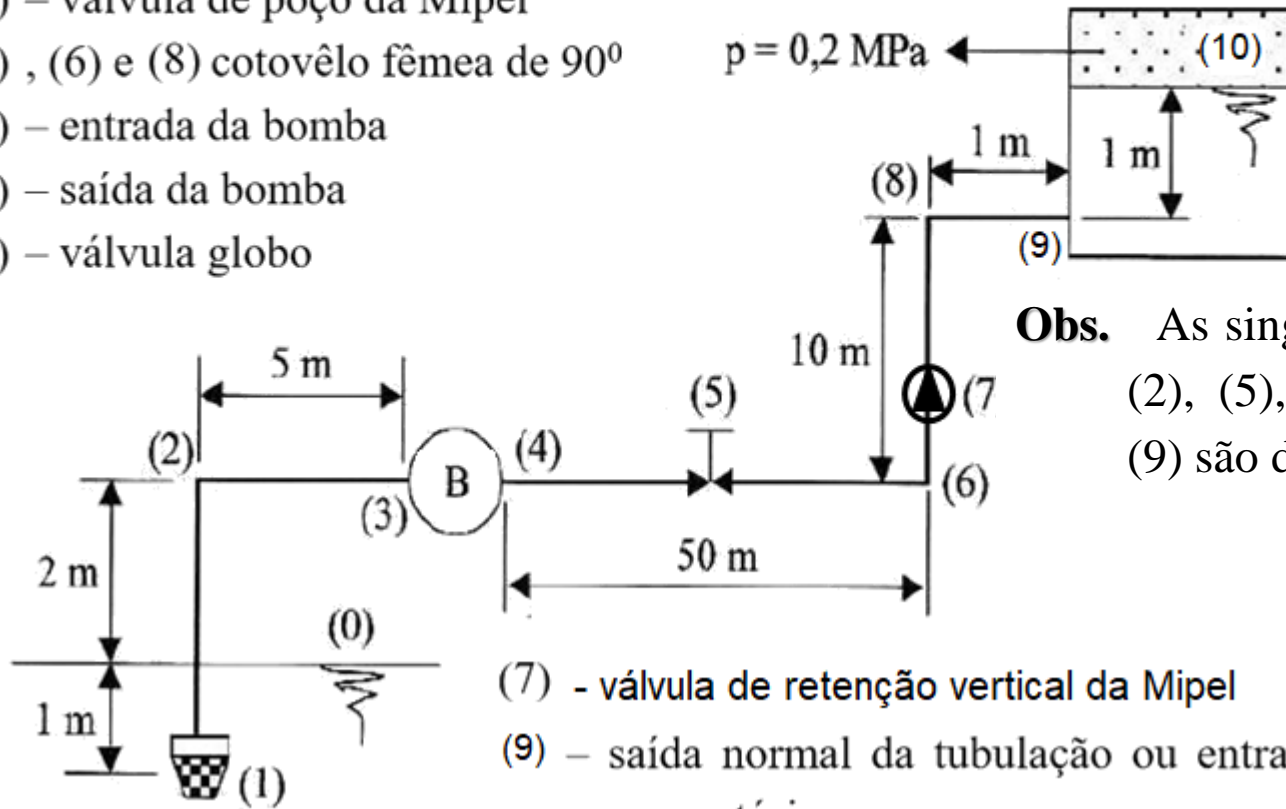


● HB = f(Q) ● rendimento = f(Q) ● CCI ..... Polinomial (HB = f(Q)) ..... Polinomial (rendimento = f(Q)) ..... Polinomial (CCI)

[http://www.escoladavida.eng.br/mecanica\\_dos\\_fluidos\\_para\\_eng\\_quimica.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecanica_dos_fluidos_para_eng_quimica.htm)

20<sup>o</sup> - Considerando a instalação de recalque (linha de sucção + linha de recalque) cujo esboço é dado pela figura 1 e que foi projetada para transportar água a 25<sup>o</sup>C com uma vazão desejada igual a 10L/s, especifique a bomba adequada e o seu ponto de trabalho.

- (1) – válvula de poço da Mipel
- (2) , (6) e (8) cotovêlo fêmea de 90<sup>o</sup>
- (3) – entrada da bomba
- (4) – saída da bomba
- (5) – válvula globo



**Obs.** As singularidades (2), (5), (6), (8) e (9) são da Tupy

- (7) - válvula de retenção vertical da Mipel
- (9) – saída normal da tubulação ou entrada normal do reservatório

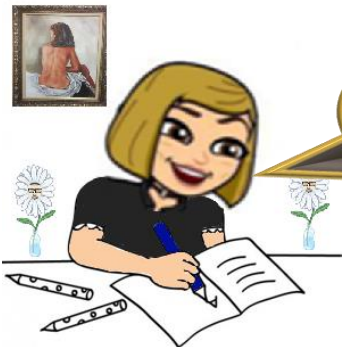
Exercício extraído da Proposta de Mangá para Bibliografia Básica página 88 e que pode ser acessado pela internet no endereço acima!





Para resolver o exercício 20, sabemos que a instalação considerada será usada para serviços gerais e conhecemos as informações ao lado.

FLUIDO (líquido)	Velocidade econômica (m/s)	Material da Tubulação
Água:		
- serviços gerais	0,9 a 2,5	aço
- rede industrial	0,9 a 2,2	aço



E como determino os comprimentos equivalentes?

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura.  (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm)  (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm <sup>2</sup> )	Área da seção de metal (cm <sup>2</sup> )	Superfície externa (m <sup>2</sup> /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm <sup>4</sup> )	Momento resistente (cm <sup>3</sup> )	Raio de giração (cm)			
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água						
1/4	10S	1,65	10,4	0,85	0,62	0,043	0,49	0,085	0,116	0,169	0,430			
	Std. 40, 40S	2,23	9,2	0,67	0,81		0,62	0,067				0,138	0,202	0,413
	XS, 80, 80S	3,02	7,7	0,46	1,01		0,79	0,046				0,157	0,229	0,393
13,7														
1/8	10S	1,65	13,8	1,50	0,81	0,054	0,63	0,150	0,236	0,285	0,551			
	Std. 40, 40S	2,31	12,5	1,23	1,08		0,84	0,123				0,304	0,354	0,531
	XS, 80, 80S	3,20	10,7	0,91	1,40		1,10	0,090				0,359	0,419	0,506
17,1														
1/2	Std. 40, 40S	2,77	15,8	1,96	1,61	0,071	0,42	0,20	0,71	0,67	0,66			
	XS, 80, 80S	3,73	13,8	1,51	2,06		1,62	0,15				0,84	0,78	0,64
	160	4,75	11,8	1,10	2,47		1,94	0,11				0,92	0,86	0,61
21	XXS	7,47	6,4	0,32	3,52		2,55	0,03	1,01	0,95	0,56			
3/4	Std. 40, 40S	2,87	20,9	3,44	2,15	0,083	1,68	0,34	1,54	1,16	0,85			
	XS, 80, 80S	3,91	18,8	2,79	2,80		2,19	0,28				1,86	1,40	0,82
	160	5,54	15,6	1,91	3,68		2,88	0,19				2,19	1,65	0,77
27	XXS	7,82	11,0	0,95	4,63		3,63	0,10	2,41	1,81	0,72			
1	Std. 40, 40S	3,37	26,6	5,57	3,19	0,105	2,50	0,56	2,64	2,18	1,07			
	XS, 80, 80S	4,55	24,3	4,64	4,12		3,23	0,46				4,40	2,63	1,03
	160	6,35	20,7	3,37	5,39		4,23	0,34				5,21	3,12	0,98
33	XXS	9,09	15,2	1,82	6,94		5,44	0,18	5,85	3,50	0,92			
1 1/4	Std. 40, 40S	3,56	35	9,65	4,32	0,132	3,38	0,96	8,11	3,85	1,37			
	XS, 80, 80S	4,85	32,5	8,28	5,68		4,46	0,83				10,06	4,77	1,33
	160	6,35	29,4	6,82	7,14		5,60	0,68				11,82	5,61	1,29
42	XXS	9,70	22,7	4,07	9,90		7,76	0,41	14,19	6,74	1,20			
1 1/2	Std. 40, 40S	3,68	40,8	13,1	5,15	0,151	4,04	1,31	12,90	5,34	1,58			
	XS, 80, 80S	5,08	38,1	11,4	6,89		5,40	1,14				16,27	6,75	1,54
	160	7,14	33,9	9,07	9,22		7,23	0,91				20,10	8,33	1,48
48	XXS	10,16	27,9	6,13	12,2		9,53	0,61	23,64	9,80	1,39			
2	Std. 40, 40S	3,91	52,5	21,7	6,93	0,196	5,44	2,17	27,72	9,20	2,00			
	XS, 80, 80S	5,54	49,2	19,0	9,53		7,47	1,90				36,13	11,98	1,95
	160	8,71	42,9	14,4	14,1		11,08	1,44				48,41	16,05	1,85
60	XXS	11,07	38,2	11,4	17,1		13,44	1,14	54,61	18,10	1,79			
2 1/2	Std. 40, 40S	5,16	62,7	30,9	11,0	0,235	8,62	3,09	63,68	17,44	2,41			
	XS, 80, 80S	7,01	59,0	27,3	14,5		11,40	2,73				80,12	21,95	2,35
	160	9,52	54,0	22,9	19,0		14,89	2,29				97,94	26,83	2,27
73	XXS	14,0	44,9	15,9	26,0		20,39	1,59	119,5	32,75	2,14			

Mais informações podem ser obtidas na página [www.escoladavida.eng.br](http://www.escoladavida.eng.br)

Manual para Seleção, Instalação, Uso e Manutenção de Válvulas de Bronze

FIESP  
SENAI



Escola SENAI "Luiz Simon"

METALÚRGICA IPÊ LTDA

Nota: <sup>1)</sup> O coeficiente f de rugosidade se relaciona ao coeficiente k de perda de carga através da expressão:  $k = f \times (L_{\text{equiv}} / D)$ , onde  $L_{\text{equiv}}$  = comprimento de tubo equivalente e D = diâmetro da tubulação, ambos em m.

<sup>2)</sup> O coeficiente k de perda de carga pode ser usado para cálculo da perda de carga propriamente dita através da expressão:  $hf = k \times (v^2 / 2g)$ , onde hf = perda de carga em mca, v = velocidade de escoamento do fluido em m/s e  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

<sup>3)</sup> O coeficiente de descarga (CV) da válvula pode ser calculado mediante a expressão:  $CV = Q \times (DP / \delta)^{1/2}$ , onde Q = vazão, em  $\text{dm}^3 / \text{s}$ , DP = perda de carga, em kPa e  $\delta$  = densidade do fluido.

[http://www.escoladavida.eng.br/hidraulica\\_I/consultas.htm](http://www.escoladavida.eng.br/hidraulica_I/consultas.htm)

Tabela 16: Comprimento equivalente de tubulação - Máximos valores previstos para válvulas de bronze (m)

DN (Bitola)	DN	Esfera		Retenção			Gaveta	Macho	Globo				
		Pass. plena	Pass. reduzida	Portinhola	Horizontal	Vertical e poço			Reta c/ guia	Reta s/ guia	Angular c/ guia	Angular s/ guia	Oblíqua
15 (1/2)	6	0,16	0,16	-	5,80	-	0,16	0,55	5,80	4,27	2,44	1,77	1,77
20 (3/4)	10	0,43	0,16	-	5,80	-	0,16	0,55	5,80	4,27	2,44	1,77	1,77
25 (1)	15	0,20	0,29	0,76	7,62	6,75	0,21	0,70	7,62	5,10	3,05	2,22	2,22
32 (1 1/4)	20	0,27	1,18	1,03	9,75	8,73	0,28	0,91	9,75	7,31	4,30	2,74	2,74
40 (1 1/2)	25	0,33	0,83	1,28	12,19	10,97	0,33	1,16	12,19	8,54	5,18	3,66	3,66
50 (2)	32	0,46	1,83	1,77	15,85	14,62	0,46	1,53	15,85	11,88	7,00	4,88	4,88
65 (2 1/2)	40	0,55	1,41	2,04	19,20	17,07	0,55	1,83	19,20	13,72	7,92	5,79	5,79
80 (3)	50	0,70	4,52	2,68	25,00	19,81	0,70	2,13	25,00	17,68	10,36	7,26	7,26
100 (4)	65	0,85	3,62	3,10	28,95	26,80	0,85	2,75	28,95	21,38	-	-	-
125 (5)	80	1,03	3,09	3,95	36,60	32,00	1,03	3,50	36,60	25,90	-	-	-
150 (6)	100	-	-	5,18	45,70	42,65	1,30	4,50	45,70	-	-	-	-
200 (8)	125	-	-	-	-	54,80	1,70	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	64,00	2,00	-	-	-	-	-	-
	200	-	-	-	-	-	2,75	-	-	-	-	-	-



Mais informações podem ser obtidas na página [www.escoladavida.eng.br](http://www.escoladavida.eng.br)



## Equivalência da Perda de Carga das Conexões TUPY BSP em Metros de Tubos de Aço Galvanizados

DIÂMETRO NOMINAL	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
	0,23	0,35	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76	4,70	5,64

[http://www.escoladavida.eng.br/hidraulica\\_I/consultas.htm](http://www.escoladavida.eng.br/hidraulica_I/consultas.htm)

### Comprimentos Equivalentes em metros para Bocais e Válvulas

Diâmetro Nominal	Saída da Tubulação	Entrada Normal	Entrada de borda	Válvulas de Gaveta	Válvulas de Globo Aberto	Válvulas de Ângulo Aberto	Válvula de Pé e Crivo Aberto	Válvula de Retenção	
								Horizontal	Vertical
1/2	0,4	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	3,6	1,1	1,6
3/4	0,5	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	5,6	1,6	2,4
1	0,7	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	7,3	2,1	3,2
1 1/4	0,9	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	10,0	2,7	4,0
1 1/2	1,0	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	11,6	3,2	4,8
2	1,5	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	14,0	4,2	6,4
2 1/2	1,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	17,0	5,2	8,1
3	2,2	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	20,0	6,3	9,7
4	3,2	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	23,0	8,4	12,9
5	4,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	30,0	10,4	16,1
6	5,0	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	39,0	12,5	19,3