

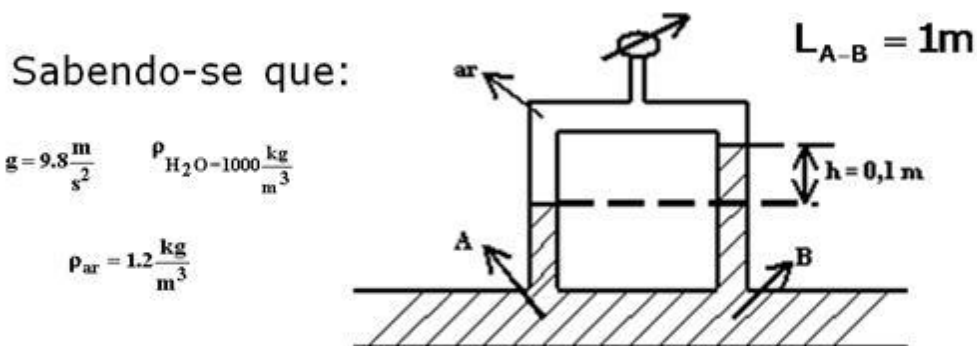
2. Diferenças básicas entre a mecânica dos fluidos básica e os estudos de mecânica dos fluidos para projetar instalações de bombeamento

Para que estas diferenças fiquem claras evocam-se conceitos que foram abordados no curso básico de mecânica dos fluidos.

A recordação será feita através da resolução de problemas, já que esta é uma das atribuições do profissional da engenharia.

Problema 1

O dispositivo mostrado na figura abaixo mede o diferencial de pressão entre os pontos A e B de uma tubulação por onde escoa água.



Com base nos dados apresentados na figura, sabendo que o tubo é de cobre de 25 mm de diâmetro interno e que a viscosidade da água pode ser considerada igual a $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, pede-se estimar a sua vazão.

Problema 2

A camisa de resfriamento de um reator experimental está sendo alimentada por uma salmoura alcoólica a 20% através de um tubo isolado de cobre com 20,6 mm de diâmetro interno. Num trecho reto e sem válvulas ou qualquer outro acessório a salmoura circula a -1°C e pressão pouco acima da atmosférica. Um manômetro em U ligado em tomadas de pressão distantes 4,5 m uma da outra indica uma perda de carga que é representada pelo desnível de 5,9 cm do fluido manométrico, que no caso é o mercúrio. Nestas condições determine a vazão da salmoura.

Dados:

Massa específica da salmoura igual a $977,6 \text{ kg/m}^3$
e sua viscosidade igual a $5,5 \times 10^{-3} \text{ (Pa} \times \text{s)}$

Problema 3

A camisa de resfriamento de um reator experimental está sendo alimentada por uma salmoura alcoólica a 20% através de um tubo isolado de cobre com 20,6 mm de diâmetro interno. Num trecho reto e sem válvulas ou qualquer outro acessório a salmoura circula a -1°C e pressão pouco acima da atmosférica. Um manômetro em U ligado em tomadas de pressão distantes 4,5 m uma da outra que origina uma variação de pressão entre as duas seções consideradas de 5,9 cm de coluna d'água. Nestas condições determine a vazão da salmoura.

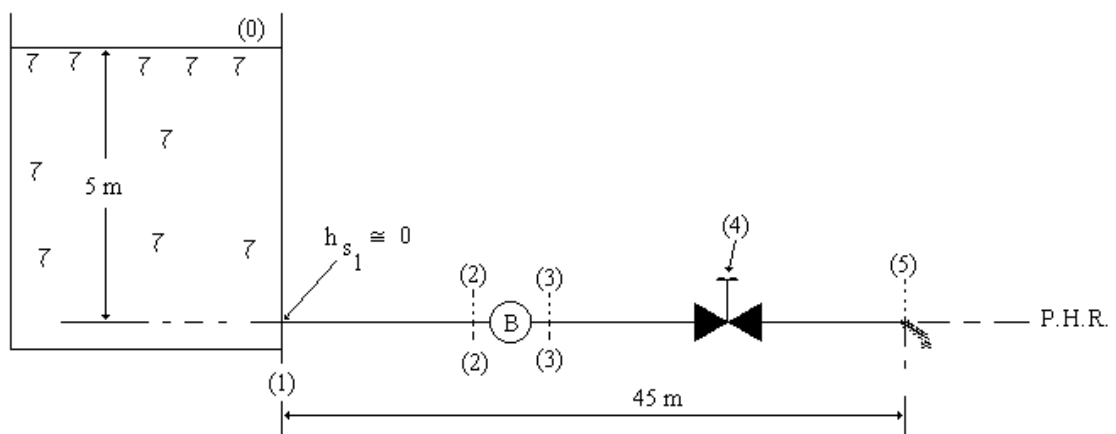
Dados:

Massa específica da salmoura igual a $977,6 \text{ kg/m}^3$
e sua viscosidade igual a $5,5 \times 10^{-3} \text{ (Pa} \times \text{s)}$

Problema 4

Para a instalação esquematizada pela figura pede-se determinar a vazão de escoamento e a rugosidade equivalente da tubulação, sabendo-se que a bomba fornece 20 m de energia por unidade de peso ao fluido e que a perda de carga singular na válvula é 3m.

Dados: $f = 0,03$
 $D_{int} = 10 \text{ cm}$
 $\nu = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

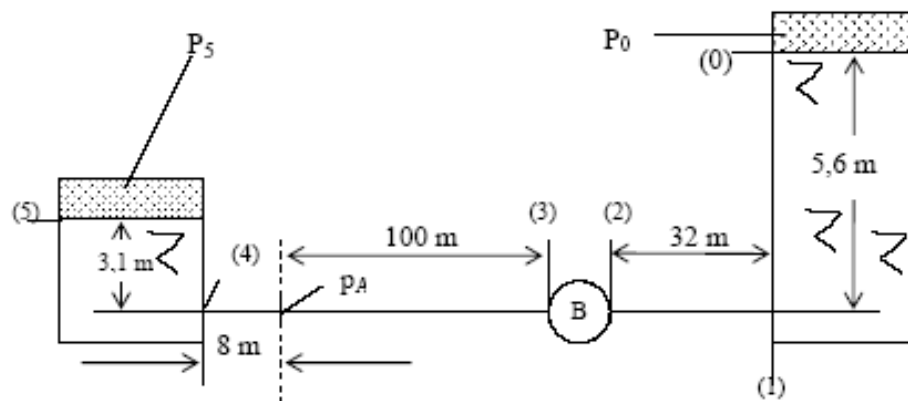


Problema 6

Para a instalação esquematizada pela figura onde são dados:

$\phi_{\text{interno do tubo}} = 10 \text{ cm}$; $Q = 10 \text{ l/s}$; $p_A = 2 \times 10^4 \text{ N/m}^2$; $p_3 = 0$
 $K_{S1} = K_{S4} = 1,0$; $p_0 = 3 \times 10^4 \text{ N/m}^2$; $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 10^4 \text{ N/m}^3$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
e sentido de escoamento de (A) para (3), determinar:

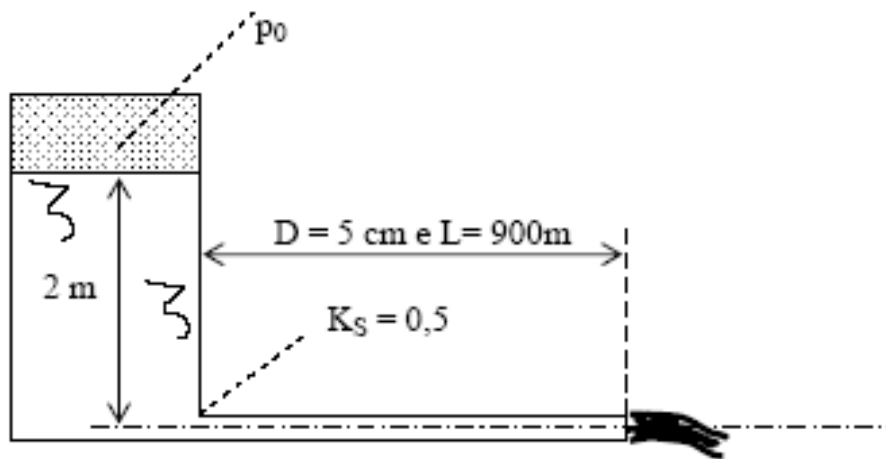
- o coeficiente de perda de carga distribuída;
- a pressão de escoamento na seção (5);
- a energia por unidade de peso fornecida pela bomba ao fluido (H_B)



Problema 7

Na tubulação de ferro fundido da figura escoia um fluido de peso específico $\gamma = 7840 \text{ N/m}^3$ e $\nu = 3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Nessas condições a pressão na tubulação a 400 m do reservatório é $0,49 \times 10^5 \text{ Pa}$. Pede-se:

- qual a vazão;
- qual a pressão p_0 que provoca o dobro da vazão;
- qual o comprimento equivalente da singularidade (referente ao item b).

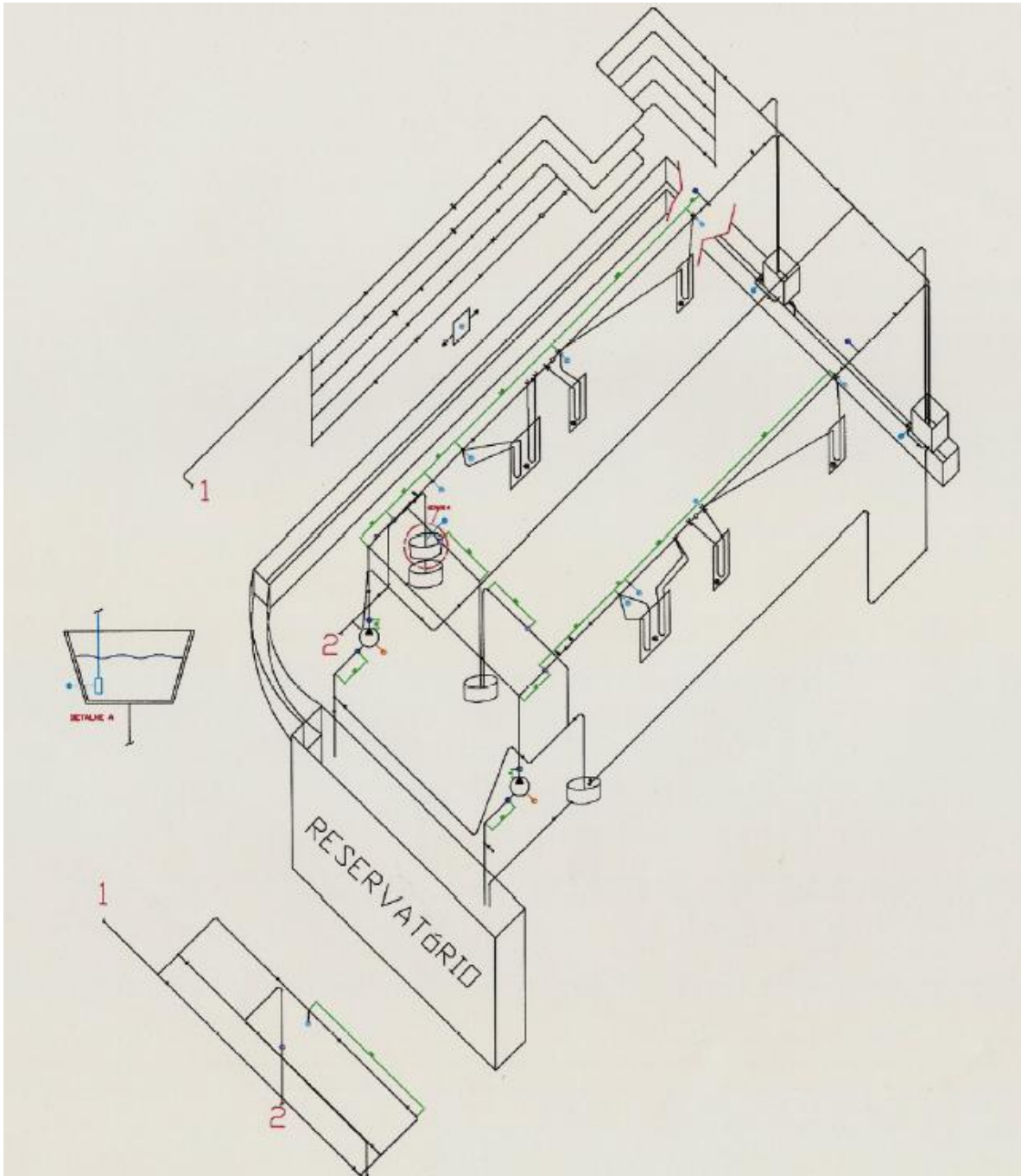


Já que o objetivo é o aprender fazendo, este tópico será desenvolvido através de exemplos de aplicação.

1º - Considere as bancadas 7 e 8 do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI representadas pela foto 1, pelo desenho 1 e esboçadas na figura 10.



Foto 1



desenho 1

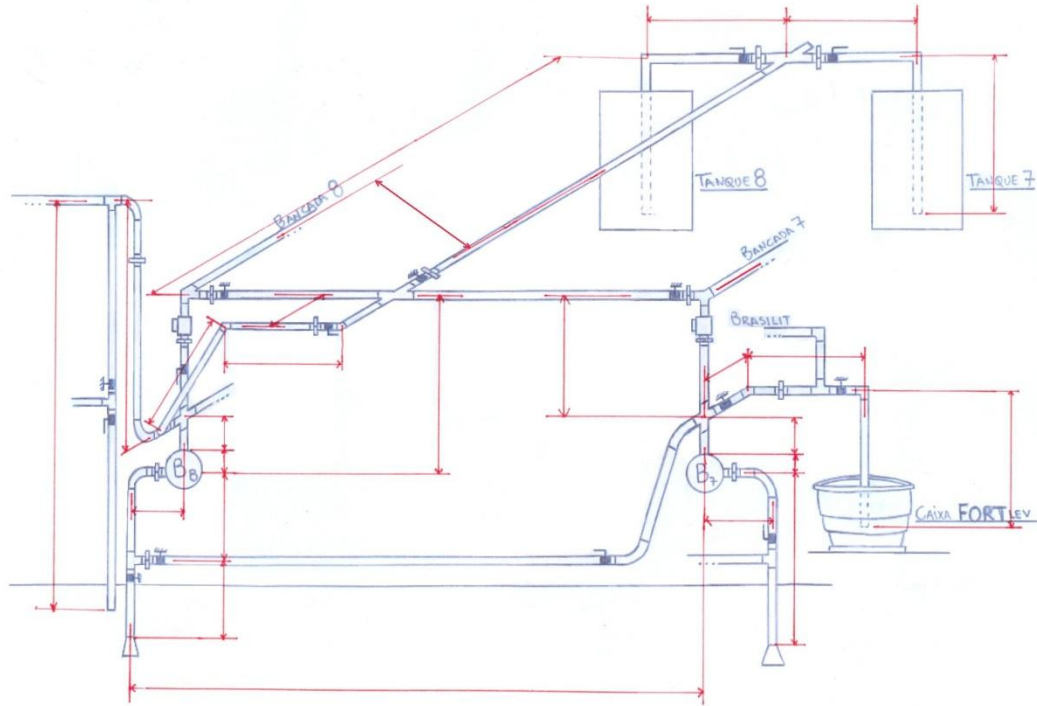
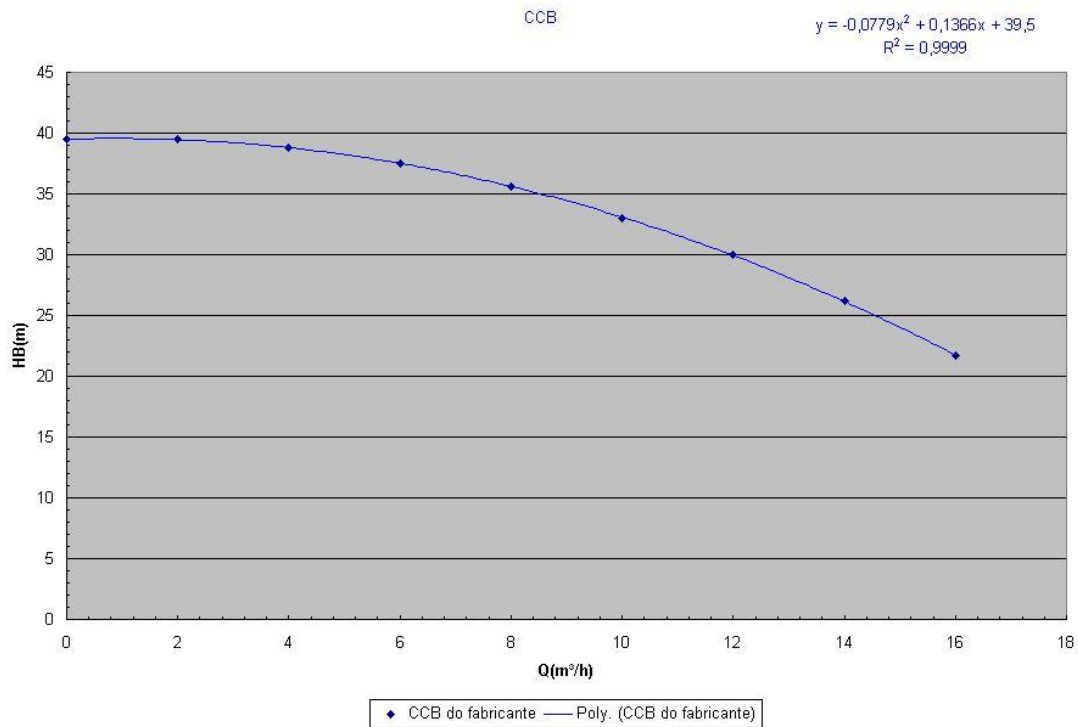
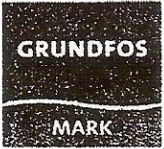


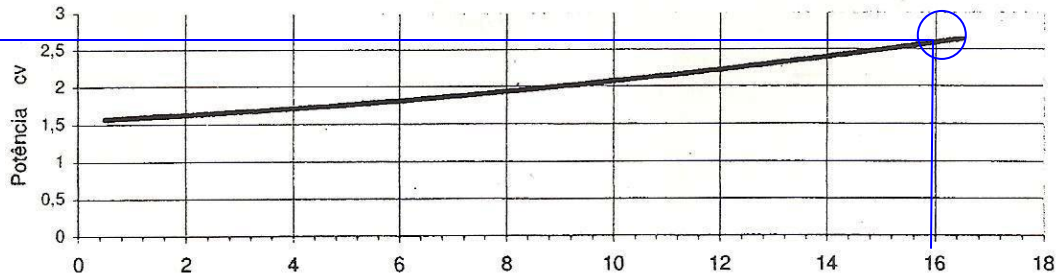
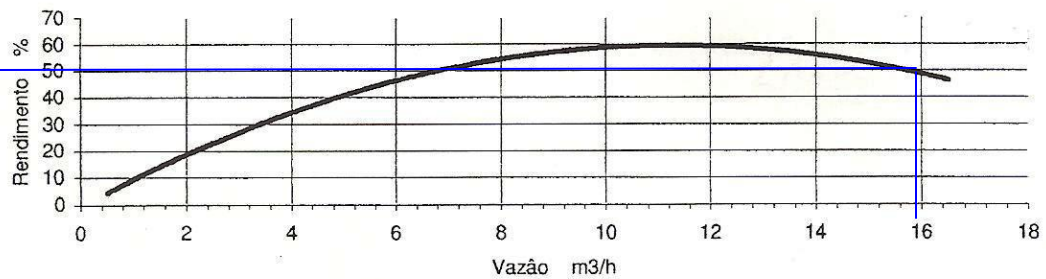
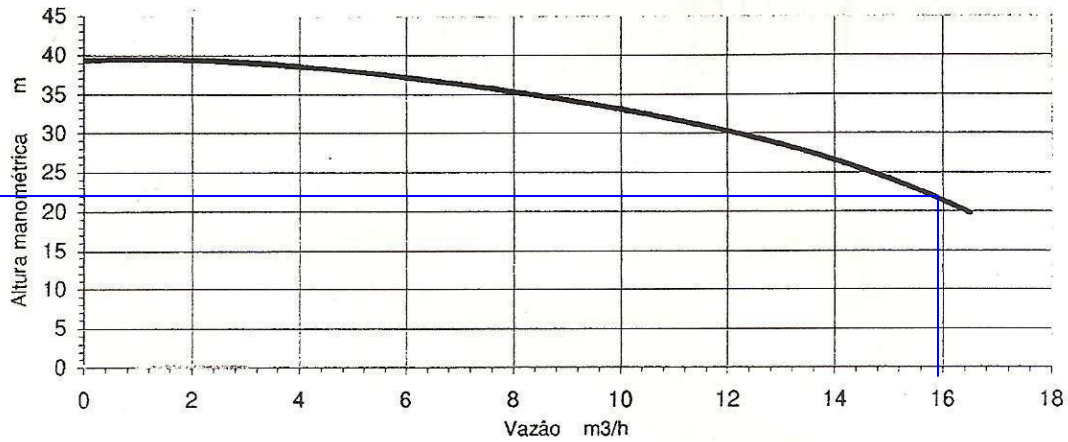
Figura 7

São conhecidas as características das bombas B7 e B8.



		MARK GRUNDFOS LTDA.					MODELO	
		Bomba Centrífuga Monoestágio					DF	
Rotor	146	mm	Número de estágios	1	Sucção	Recalque	RPM 3.500	
Ponto de trabalho					1.1/2"	1"		
Q		Hm				Vedação	Roscas	Válido para água limpa a 20 C.
cv		%				Selo mecânico	BSP	

Testes e Aceltação conforme Norma ISO 9906:1999 Anexo A



Ver Fire 9

Considerando o funcionamento da bomba B8 no transporte d'água para o tanque 8 com o escoamento através da própria bancada, pede-se especificar a sua potência para a vazão de 16 m³/h.

Solução pelos conceitos desenvolvidos no curso básico de mecânica dos fluidos.

Evoca-se o conceito de potência da bomba: $N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B}$, onde:

γ → peso específico do fluido em $\frac{N}{m^3}$ que passa pela bomba;

Q → vazão em $\frac{m^3}{s}$ do fluido que atravessa a bomba;

H_B → carga manométrica em m que a bomba fornece ao fluido;

η_B → rendimento da bomba;

N_B → potência da bomba em watts (w)

Pelas curvas fornecidas pelo fabricante para a vazão de 16 m³/h, obtém-se: $H_B = 22m$ e $\eta_B = 50\%$, e como sempre se considerou

$$\gamma_{H_2O} = 10000 \frac{N}{m^3} \text{ tem-se que: } N_B = \frac{10000 \times \left(\frac{16}{3600}\right) \times 22}{0,5} \cong 1955,56w = 2,66CV,$$

valor que também poderia ser lido no gráfico fornecido pelo fabricante.

A solução apresentada está perfeita pelos conceitos estudados e evocados do curso básico de mecânica dos fluidos, resta saber se a mesma é observada na prática.

Para se responder o questionamento anterior pode-se dirigir a bancada e obter a vazão máxima observada no funcionamento da mesma e se esta for superior a 16 m³/h, pode-se concluir a viabilidade da operação da bomba B8 com a vazão de 16 m³/h, porém se a vazão máxima for inferior a 16 m³/h, constata-se a inviabilidade da obtenção da vazão de 16 m³/h e da potência calculada anteriormente e isto pode ser previsto pelos estudos de mecânica dos fluidos para projetar instalações de bombeamento.

2º - Ao se projetar uma instalação de recalque em uma planta de papel e celulose que bombeará água a 20°C, selecionou-se uma bomba centrífuga radial ALE-120 que irá operar a 60 HZ com uma rotação nominal de 3500 rpm (CCB na página 40). Prevendo, tanto a parada para manutenção, como a possibilidade de se associar duas bombas em paralelo, foram compradas duas bombas centrífugas radiais ALE-120, as quais foram instaladas como mostra o desenho isométrico da página 38. Sabe-se que a tubulação de sucção, operando com B1 e T1, é de aço comercial com diâmetro nominal de 3" com espessura 40 ($D_{int} = 77,9\text{mm}; A = 47,7\text{cm}^2$) e que tem as seguintes singularidades mencionadas na tabela 1.

Singularidade	Quantidade	Leq (m)/singularidade
Válvula de pé com crivo	01	32
Cotovelo 90° raio médio	01	2,82
Válvula gaveta	02	1,03
União	04	0,01
Niple	04	0,01
Te	01	1,00

Tabela 1

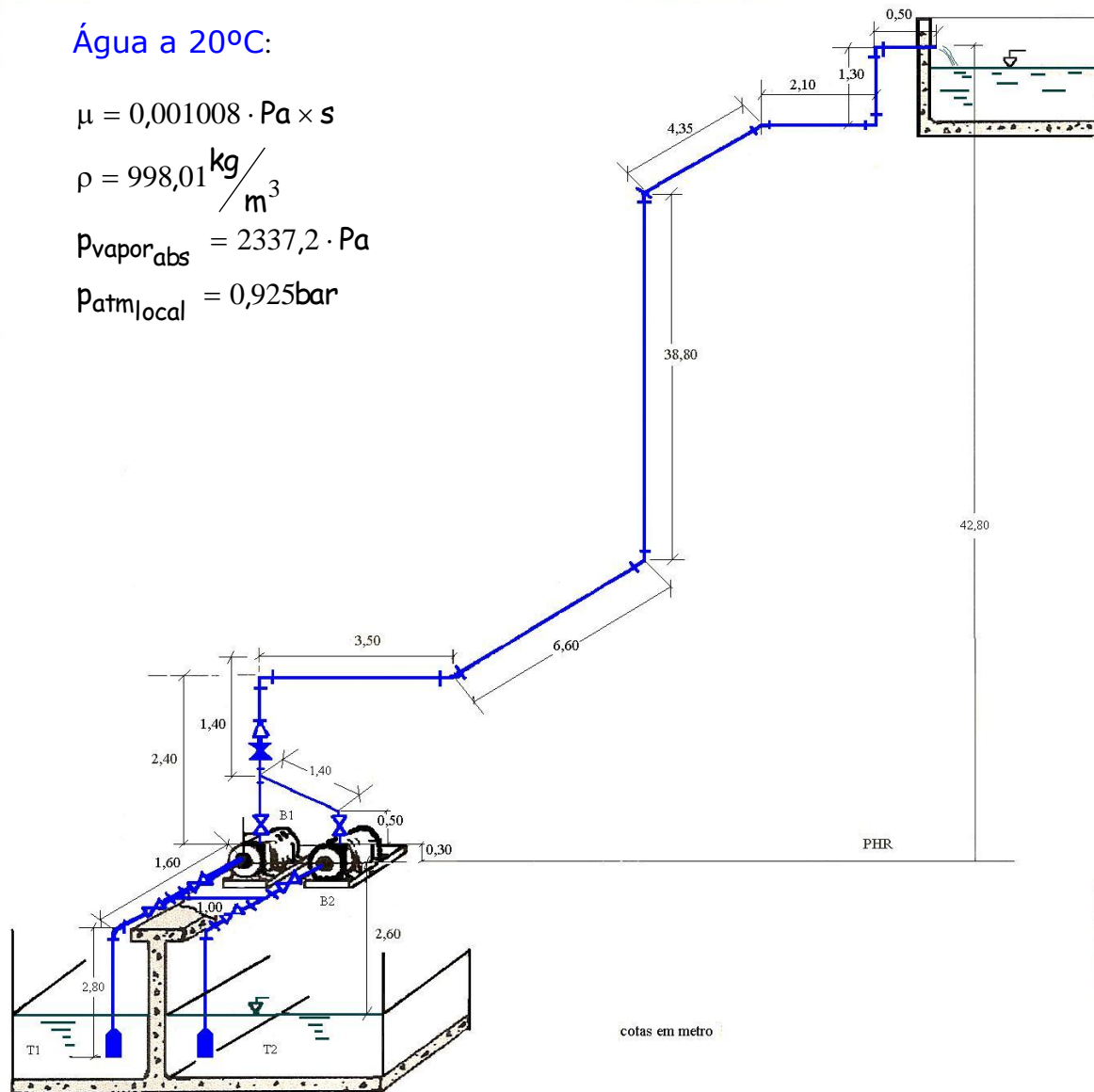
Água a 20°C:

$$\mu = 0,001008 \cdot \text{Pa} \times \text{s}$$

$$\rho = 998,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$p_{\text{vapor abs}} = 2337,2 \cdot \text{Pa}$$

$$p_{\text{atm local}} = 0,925 \text{ bar}$$



Já a tubulação de recalque, operando com B1 e T1, é de aço comercial com diâmetro nominal de 2" com espessura 40 - $D_{\text{int}} = 52,5\text{mm}$; $A = 21,7\text{cm}^2$ - tendo as seguintes singularidades mencionadas na tabela 2.

Singularidade	Quantidade	Leq (m)/singularidade
Válvula de retenção vertical	01	19,81
Cotovelo 90 ^o raio médio	07	1,88
Válvula gaveta	01	0,70
Válvula globo sem guia	01	17,68
União	08	0,01
Niple	14	0,01
Te em 45 ^o	01	0,36
Saída de tubulação	01	1,50

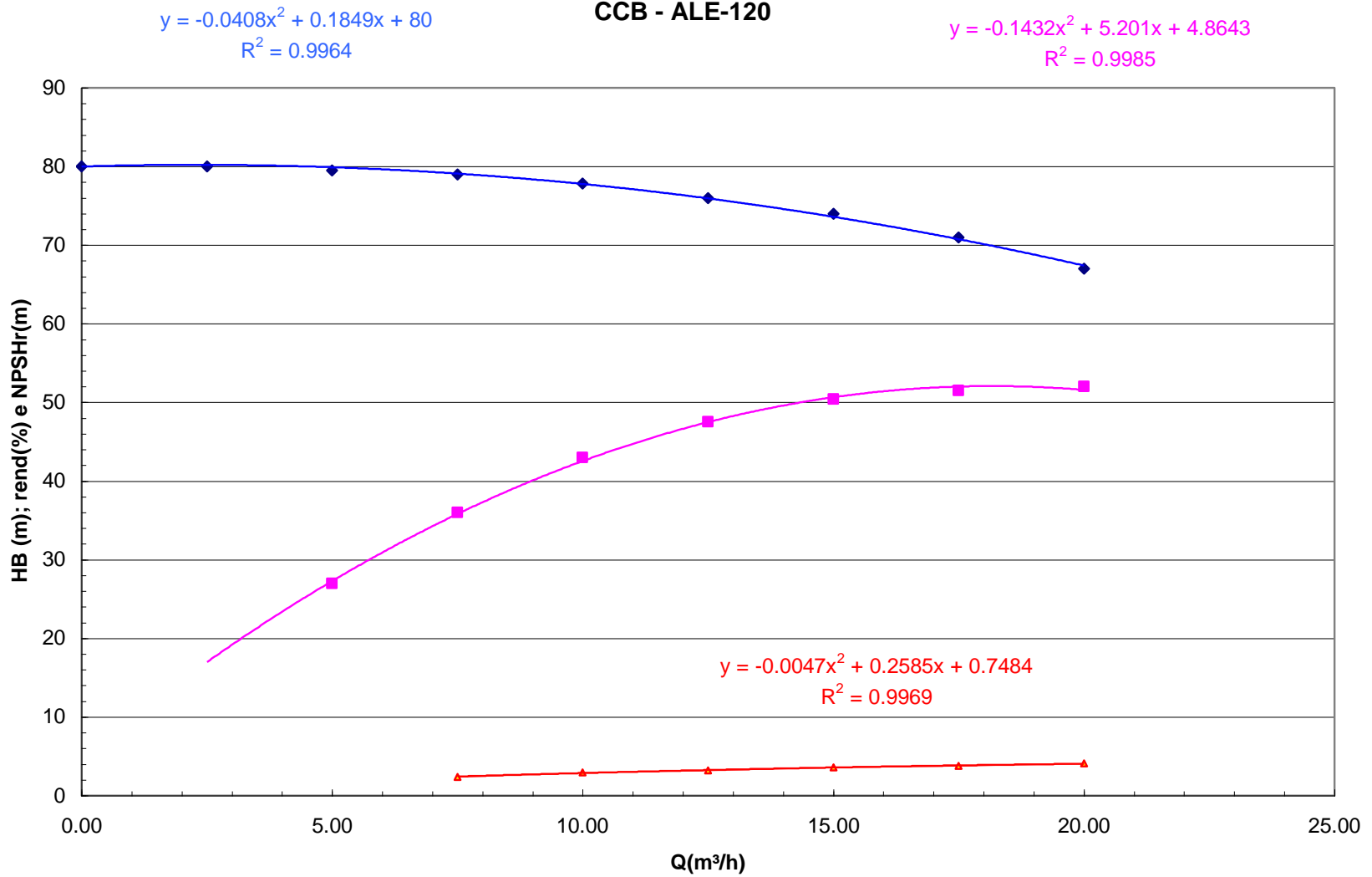
Tabela 2

As variáveis da CCB da bomba centrífuga radial ALE-120 estão representadas na tabela 3 e curvas na página 40.

Q(m ³ /h)	H _B (m)	η _B (%)	NPSH _r (m)
0	80		
2,5	80		
5	79,5	27	
7,5	79,0	36	2,399
10	77,8	43	2,917
12,5	76	47,5	3,226
15	74	50,4	3,588
17,5	71	51,5	3,803
20	67	52	4,069

Tabela 3

CCB - ALE-120



◆ HB (m) ■ rendimento ▲ NPSHr — Polinômio (HB (m)) — Polinômio (rendimento) — Polinômio (NPSHr)

Para a instalação operando com a bomba B1 e o tanque T1, pede-se:

- a) a carga manométrica da bomba;
- b) a potência da bomba

Dados:

- ✓ vazão de escoamento igual a $17,5\text{m}^3/\text{h}$;
- ✓ coeficiente de perda de carga distribuída para a tubulação de aço 40 com diâmetro nominal igual a 2" igual a 0,0216;
- ✓ coeficiente de perda de carga distribuída para a tubulação de aço 40 com diâmetro nominal igual a 3" igual a 0,0214.

**Não desejo
o que vejo
não consigo viver
um desejo
mas sinto no peito
o beijo
que alenta
e atormenta
e me leva
sem rumo
sem caminho
ao meu destino.**

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio