

### P3 – ME5330 – 17/06/2006

**1ª Questão** – 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 4). Prevendo, tanto a parada para manutenção, como a possibilidade de se associar duas bombas em paralelo, foram compradas duas bombas centrífugas radial ALE-120, as quais foram instaladas como mostra o desenho isométrico da página 2. 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.

<b>Singularidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Leq (m)/singularidade</b>
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**

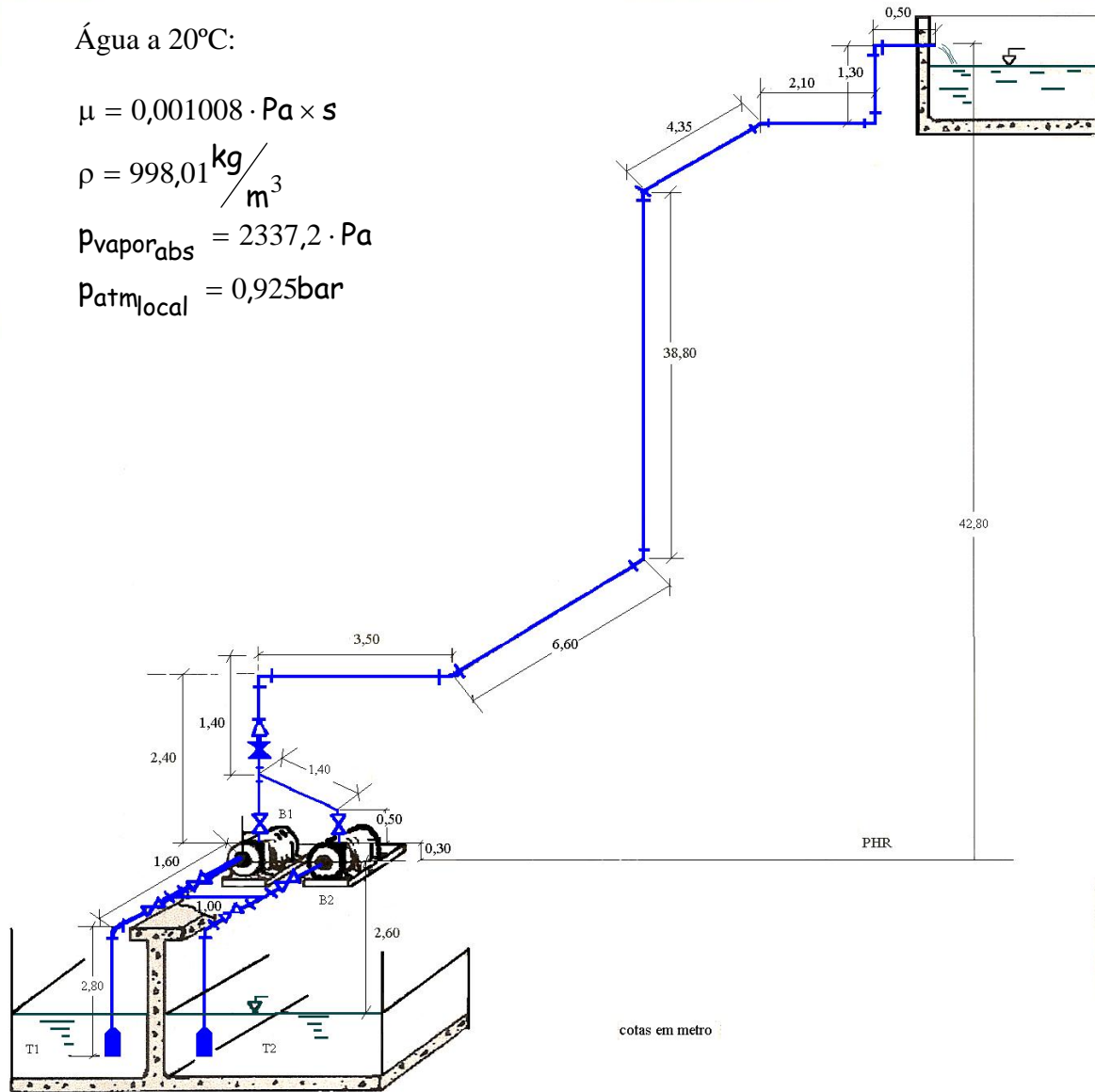
Água a 20°C:

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

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

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

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



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.

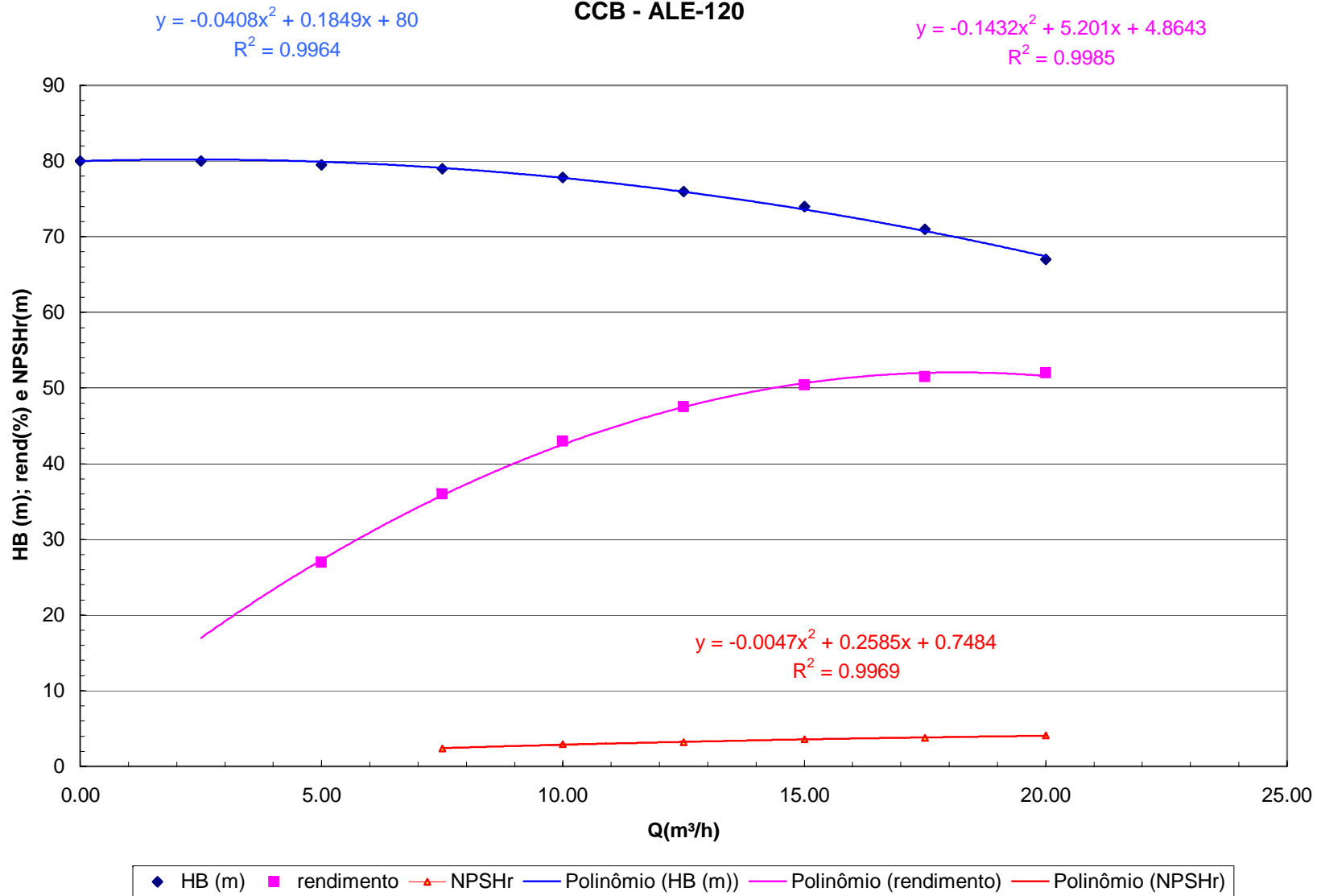
<b>Singularidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Leq (m)/singularidade</b>
Válvula de retenção vertical	01	19,81
Cotovelo 90 <sup>o</sup> raio médio	07	1,88
Válvula gaveta	01	0,70
Válvula globo sem guia	01	17,68
União	08	0,01
Niple	14	0,01
Te em 45 <sup>o</sup>	01	0,36
Saída de tubulação	01	1,50

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

Q(m <sup>3</sup> /h)	H <sub>B</sub> (m)	η <sub>B</sub> (%)	NPSH <sub>r</sub> (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 2

### CCB - ALE-120



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

- a) a CCI em função da vazão e do coeficiente de perda de carga distribuída (valor – 1,5);
- b) a potência consumida da rede elétrica no ponto de trabalho, sabendo que o rendimento global é 45,7% (valor – 1,5);
- c) a potência da bomba quando a mesma opera com uma vazão de 5,5 l/s (valor – 1,0);
- d) verificar o fenômeno de cavitação no ponto de trabalho (valor – 1,0);
- e) verificar se as tubulações foram bem dimensionadas para operar no ponto de trabalho (valor 1,0)

**Dados:**

<b>Tubulação de diâmetro nominal de 3"</b>	
<b>Q(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>f</b>
2,5	0.030932
5	0.02653
7,5	0.024525
10	0.02332
12,5	0.022498
15	0.021896
17,5	0.021431
20	0.021061

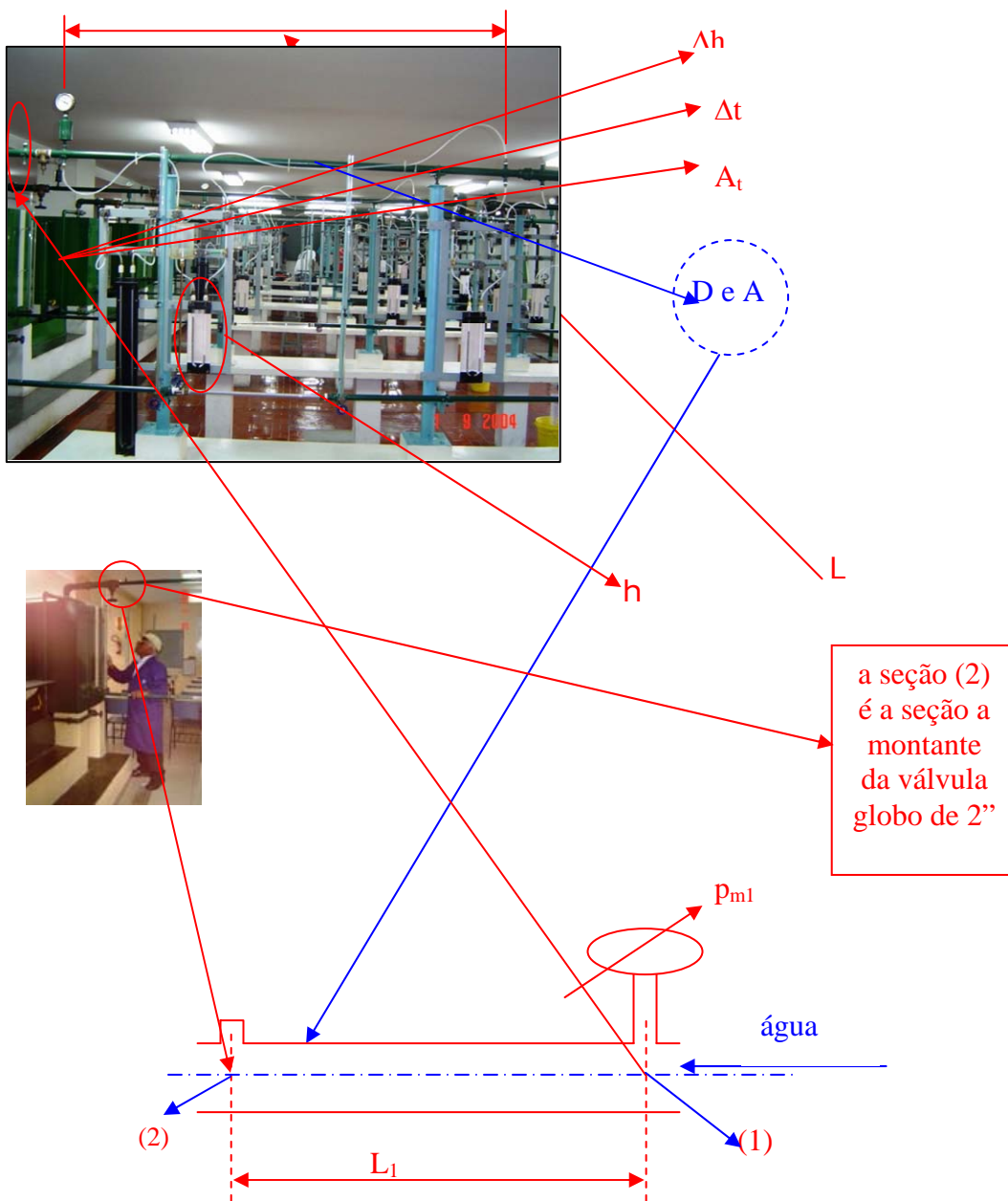
**Importante:** para a determinação do ponto de trabalho, desejando-se trabalhar com as equações, sugere-se que se trabalhe com o coeficiente de perda de carga distribuída (f) médio, tanto para a tubulação de sucção, como para a tubulação de recalque.

Tubulação de diâmetro nominal de 2"	
Q(m <sup>3</sup> /h)	f
2,5	0.028812
5	0.02531
7,5	0.023778
10	0.022888
12,5	0.022298
15	0.021877
17,5	0.021558
20	0.02131

**2ª Questão** – Considerando-se a bancada do laboratório do Centro Universitário da FEI (sala IS01) operando com a máxima vazão, pede-se estimar a pressão na seção imediatamente a montante (antes) da válvula globo de 2" (valor – 3,0).



Considere os dados:



$$\rho_{Hg} = 13546 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - \text{fluido manométrico}$$

**3ª Questão** – Considerando a associação paralelo das bombas B7 e B8 do Centro Universitário da FEI (sala IS01), ambas operando com a máxima vazão, pede-se:

- a carga manométrica de cada uma das bombas (valor – 0,25);
- determinar a frequência que deve operar a bomba 8 para se ter na situação anterior a mesma carga manométrica da bomba 7 (valor 0,25);
- comprove experimentalmente a resposta do item b (valor – 0,5).

**BANCADAS ATUAIS COM BOMBAS NOVAS**

A foto ao lado mostra o caminho percorrido pela água na associação em paralelo das bombas da bancada 7 (B7) e da bancada 8 (B8).

Para viabilizar o escoamento mencionado, necessita-se:

- 1º - manter a válvula esfera 1 aberta;
- 2º - manter a válvula globo 2 fechada;
- 3º - manter a válvula gaveta 3 fechada;
- 4º - manter a válvula gaveta 4 aberta;
- 5º - manter a válvula globo 5 fechada;
- 6º - manter a válvula esfera 6 aberta;
- 7º - manter a válvula globo 7 fechada;
- 8º - manter a válvula esfera 8 fechada;
- 9º - manter as válvulas esfera 9, 10 (vide slide anterior) e 11 fechadas;
- 10º - manter a válvula esfera 12 fechada (vide slide anterior);
- 11º - controlar a vazão pela válvula globo 13 (vide slide anterior).



Dados:

$P_{\text{barométrica}}$ bar	$P_{1 \text{ abs}}$ bar	$P_2$ Kpa	$P_{3 \text{ abs}}$ bar	$P_4$ Kpa	$n_{B7}$ rpm	$n_{B8}$ rpm	$Q_{B7}$ l/min	$Q_{B8}$ l/min