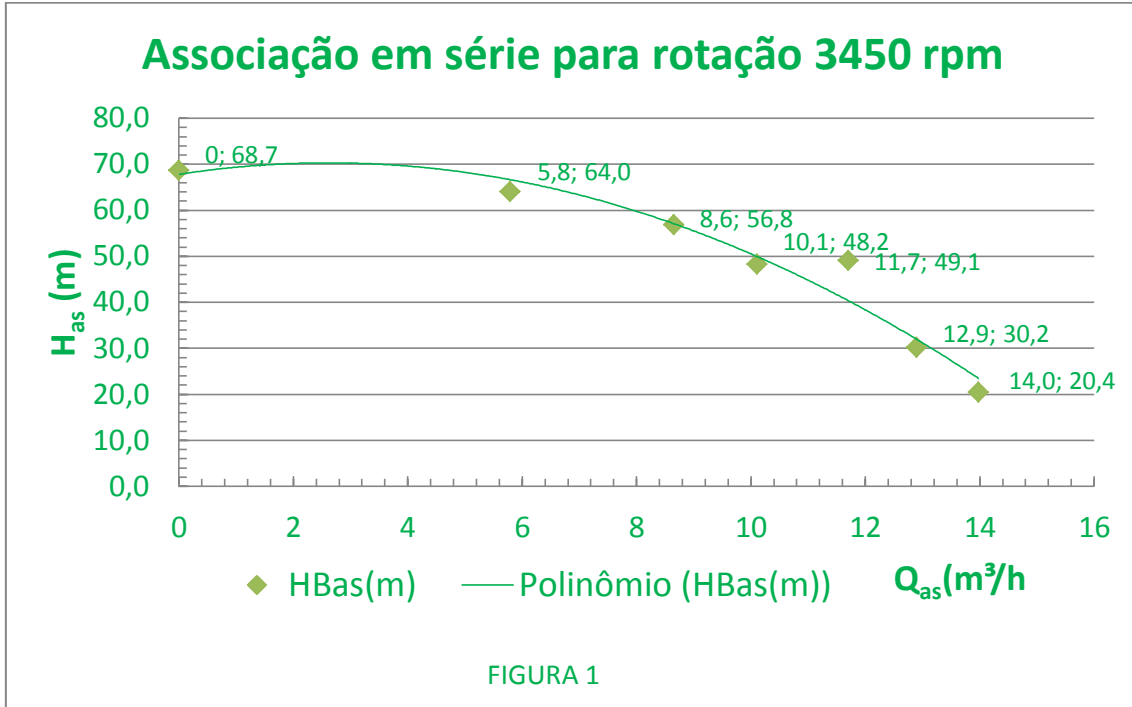


1ª Questão: Na experiência da associação em série das bombas das bancadas 7 e 8 do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI foi obtida a curva  $H_{Bas} = f(Q)$  representada pela figura 1.



Ao comparar a curva obtida com as dos semestres anteriores notou-se uma diferença na equação da linha de tendência e isto motivou uma análise mais detalhada dos resultados, que possibilitou constatar que a carga manométrica da associação em série obtida para a vazão de 11,7 m³/h estava errada.

Ao tentar repetir o ensaio para esta vazão (tabelas 1 e 2), observou-se que o manovacuômetro instalado na entrada da bomba B8, estava quebrado e que não havia como substituí-lo naquele momento.

Diante do problema e consciente que o mesmo só existia na entrada da B8, optou-se em calcular a pressão na sua entrada e aí corrigir tudo o que for observado estar errado. (valor – 2,0)

Sendo dados:

Ensaio	$v_{e7}$ (m/s)	$v_{s7}$ (m/s)	$p_{e7}$ (Pa)	$p_{s7}$ (Pa)	$n_{B7}$ (rpm)	$H_{B7exp}$ (m)	$H_{B73500}$ (m)
5	1,5	1,4	-26602,9	126451,2	3421	21,7	22,2

TABELA 1

Ensaio	$p_{e8}$ (Pa)	$p_{s8}$ (Pa)	$H_{B8exp}$ (m)	$H_{B83500}$ (m)	$H_{Bas}$ (m)	$n_{média}$ (rpm)	$Q_{3500}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{3500}$ (m <sup>3</sup> /h)
5		295172,6				3439,5	0,00325	11,7

TABELA 2

A experiência foi realizada com a água a 23,3<sup>0</sup>C o que implica dizer que a sua massa específica é 997,3 kg/m<sup>3</sup>, a viscosidade 0,000935 Pa\*s e a viscosidade cinemática igual a 9,37E-07 m<sup>2</sup>/s.

### PHR adotado no chão do laboratório

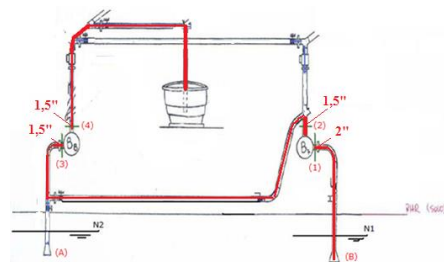
$\Delta z_{E-S_{B7}}$ (cm)	$z_{eB7}$ (m)	$z_{sB7} = z_{sB8}$ (m)	$\Delta z_{E-S_{B8}}$ (cm)	$z_{eB8}$ (m)
29	0,78	1,07	28	0,79
DN = 1,5" saída da B7, entrada e saída da B8		Para det. da $Q_{exp}$	DN = 2,0" entrada da B7	
$D_{int}$ (mm)	40,8	$A_{tanque}$ (m <sup>2</sup> )	$D_{int}$ (mm)	52,5
$A$ (cm <sup>2</sup> )	13,1	0,418	$A$ (cm <sup>2</sup> )	21,7

No trecho entre a saída da B7 e entrada da B8 a tubulação tem um único diâmetro que é de 1,5" aço 40 ( $D_{int} = 40,8$  mm;  $A = 13,1$  cm<sup>2</sup> e  $k = 0,000046$  m), a soma entre o comprimento da tubulação e a somatória dos comprimentos equivalentes no trecho considerado ( $L + \sum Leq$ ) é igual a 27,1 m e o coeficiente de perda de carga distribuída deve ser calculado pela fórmula de Churchill:

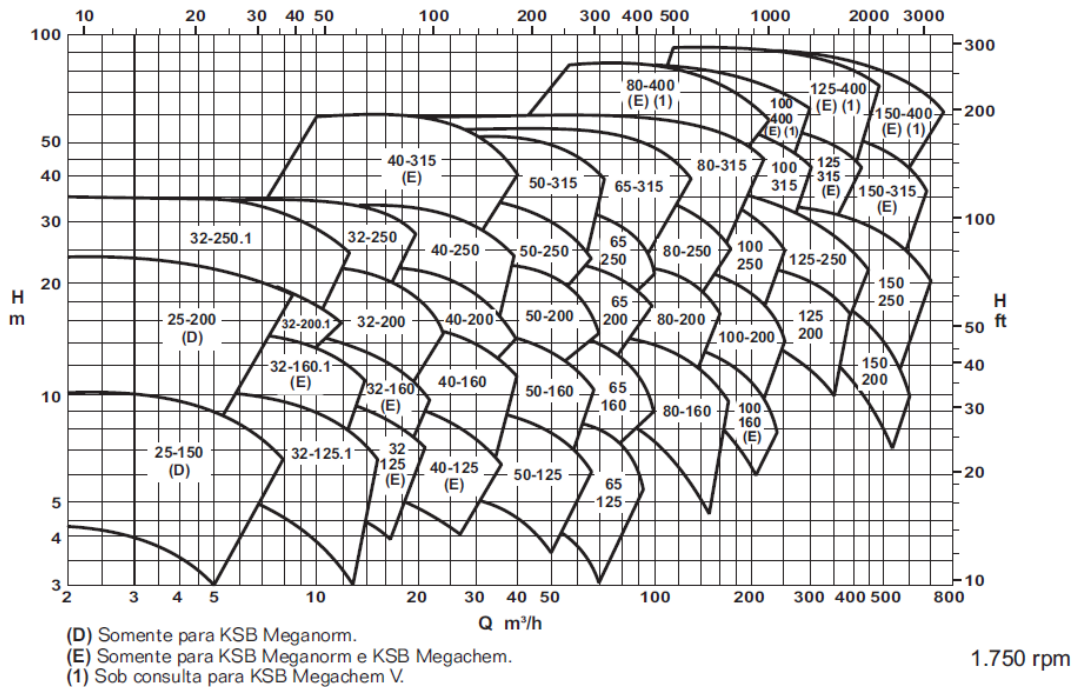
$$f = 8 \times \left[ \left( \frac{8}{Re} \right)^{12} + \frac{1}{(A + B)^{3/2}} \right]^{1/12}$$

$$A = \left\{ -2,457 \times \ln \left[ \left( \frac{7}{Re} \right)^{0,9} + \frac{0,27 \times K}{D} \right] \right\}^{16}$$

$$B = \left( \frac{37530}{Re} \right)^{16}$$



**2ª Questão:** Uma bomba deve bombear óleo de massa específica igual a  $870 \text{ kg/m}^3$  e viscosidade cinemática igual a  $3,6 \text{ cm}^2/\text{s}$  num oleoduto de  $254 \text{ mm}$  de diâmetro interno constante e com  $1200 \text{ m}$  de comprimento, vencendo um desnível de  $30 \text{ m}$ . Sabendo que a vazão desejada é  $45 \text{ L/s}$ , que a carga estática é  $46 \text{ m}$  e que a perda de carga localizada para a vazão de projeto com fator de segurança mínimo é  $22\%$  da perda de carga distribuída, pede-se especificar a bomba do diagrama de tijolos dado. (valor – 1,5)



**3ª Questão:** Pretendemos bombear água a  $40^\circ\text{C}$  de um reservatório para outro com uma carga estática de  $21,3 \text{ m}$  mais elevado através de  $250 \text{ m}$  de tubo de  $12''$  aço 40 ( $D_{\text{int}} = 303,2 \text{ mm}$  e  $A = 729,6 \text{ cm}^2$ ) onde o coeficiente de perda de carga distribuída é igual a  $0,01326$ . Operando com uma bomba de  $3500 \text{ rpm}$ , obtemos uma vazão de trabalho igual a  $1883,8 \text{ m}^3/\text{h}$ . Pede-se estimar o  $\text{NPSH}_{\text{req}}$  pelo fator de Thoma, o rendimento e a potência da bomba que opera a  $1170 \text{ rpm}$ . (valor 1,5)

**Dados:**  $1 \text{ m}^3/\text{h} = 4,402868 \text{ gpm}$ ; massa específica da água igual a  $992,2 \text{ kg/m}^3$ , que a perda de carga localizada na instalação é desprezível e que trata-se de uma bomba centrífuga rápida com  $\varphi = 0,0011$