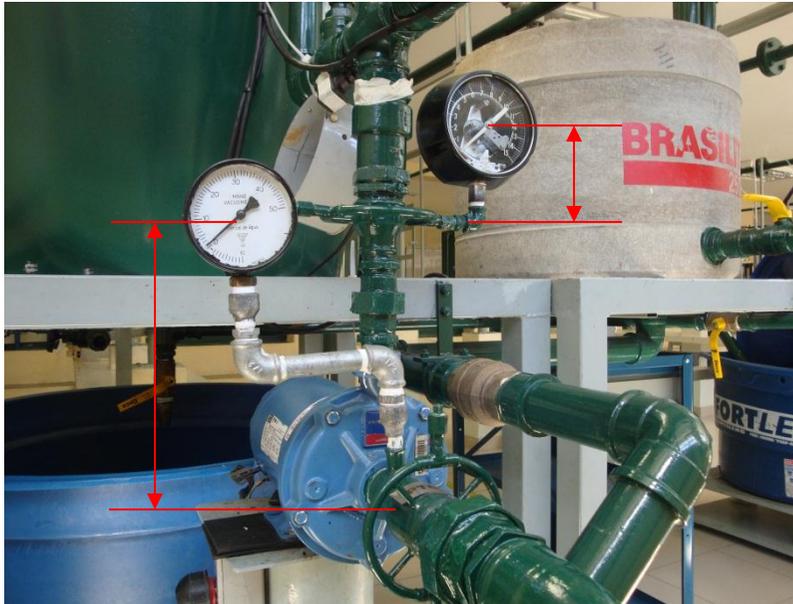


1ª Questão: O inversor de frequência do laboratório de mecânica dos fluidos (sala IS01 do Centro Universitário da FEI) está instalado na bancada 8, que tem a entrada e a saída da bomba representada pela foto a seguir e onde o motor elétrico tem 2 pólos.



	entrada	Saída
$D_{int}$ (mm)	40,8	40,8
$A$ (cm <sup>2</sup> )	13,1	13,1
$h_e$ (cm)	32	-
$h_s$ (cm)	-	14
$z_e$ (cm)	0	-
$z_s$ (cm)	0	28,5
$H_{estática}$ (m)	1,2	
Atanque (cm <sup>2</sup> )	75*75 = 5625	

Temperatura d'água = 23<sup>0</sup>C

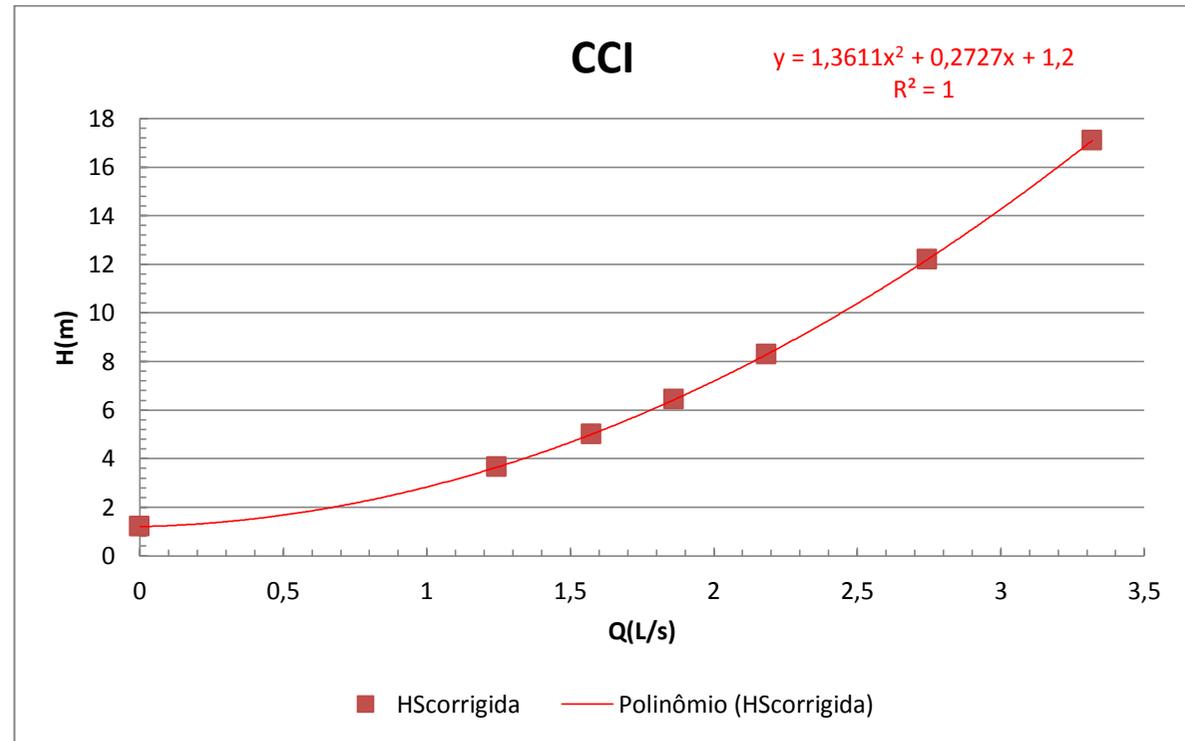
$$\rho_{\text{água}} = 997,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow v_{\text{água}} = 0,934 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Considerando as informações da página 2, pede-se:

- a leitura do manômetro em kgf/cm<sup>2</sup> instalado na saída da bomba;
- o rendimento global do conjunto motobomba;
- especificar se o motor elétrico utilizado é síncrono ou assíncrono, justificando.

Tabela de Dados

Turma	$\Delta h$ (mm)	t (s)	Nm (KW)	Pme (mca)	Pms (kgf/cm <sup>2</sup> )	n (rpm)	f (Hz)
A	100	45,19	0,243	-1		1480	25
B	100	35,75	0,334	-1		1761	30
C	100	30,22	0,466	-1		2049	35
D	100	25,75	0,645	-1		2334	40
E	100	20,5	1,17	-1		2869	50
F	100	16,95	2,22	-0,8		3405	60



Total da questão: 1,5

2ª Questão: Utilizou-se uma das bancadas do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI para obtenção, tanto da CCB, como da CCI. Conhecendo-se os dados coletados e obtidos na referida bancada, pede-se a) determinar o  $NPSH_{disponível}$ ; b) determinar o  $NPSH_{requerido}$  pelo fator de Thoma e c) verificar o fenômeno de cavitação.

Turma	$\Delta h$ (mm)	t (s)	$\rho_{me}$ (bar)	$\rho_{ms}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	n (rpm)
	100		-0,102	3,2	3454
F	100	38,43	-0,142	2,9	3420
E	100	29,23	-0,152	2,7	3412
D	100	23,3	-0,164	2,4	3400
C	100	20,9	-0,172	2,2	3391
B	100	18,5	-0,182	1,9	3387
A	100	17,7	-0,186	1,7	3398

Dado a tabela abaixo

Q(m <sup>3</sup> /h)	v(m/s)	Re	$f_{Churchill}$
5,1	0,66	34337	0,0252
6,7	0,86	45144	0,0242
8,5	1,08	56633	0,0234
9,4	1,21	63137	0,0231
10,7	1,36	71328	0,0227
11,1	1,43	74551	0,0226

Patm (bar)	0,924	$\gamma$ (N/m <sup>3</sup> )	9782,36
		T (°C)	20
$A_{tanque}$ (m <sup>2</sup> )	0,5476	v (m <sup>2</sup> /s)	$1,004 \cdot 10^{-6}$
		$\rho_{vapor\_abs}$ (Pa)	2337
he (mm)	115	aB = antes da bomba	
hs (mm)	120	$L_{aB} = 3,52$ m	
$\Delta Z$ (mm)	290	$\Sigma L_{eqaB} = 21,3$ m	

Entrada 2" aço 40 Saída 1,5" aço 40  $K_{aço} = 4,6 \cdot 10^{-5}$  m

PHR no eixo da bomba, portanto:  $z_{inicial} = z_0 = -1,1$  m

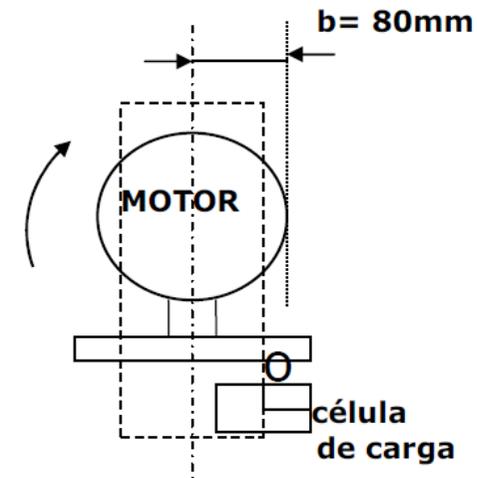
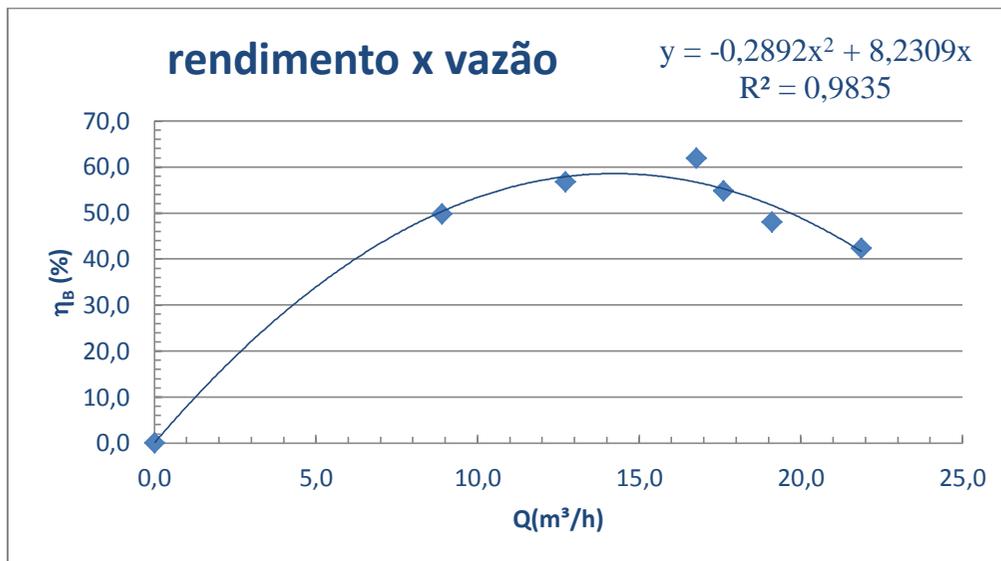
Tubulação antes da bomba é de aço 40 com diâmetro nominal de 2".

**Total da questão: 1,0**

3ª Questão: A tabela e o gráfico a seguir foram obtidos da experiência do freio dinamométrico, pede-se especificar a leitura do vacuômetro instalado na entrada da bomba que foi utilizada na experiência.

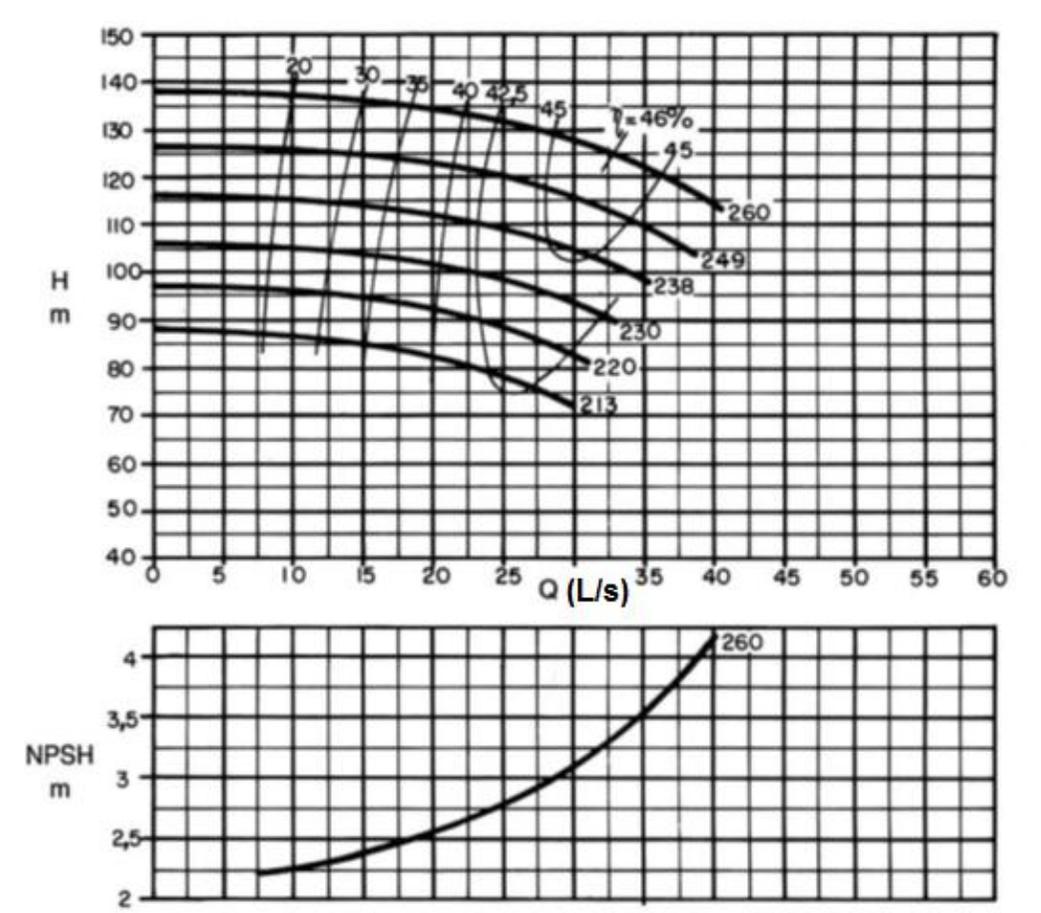
Tabela de Dados Coletados						
Turma	$\Delta h$ (mm)	t (s)	Pme (mmHg)	Pms (Kgf/cm <sup>2</sup> )	F (Kgf)	n (rpm)
	0	0,00		5,2	4,23	3567
D	100	27,53		4,7	8,38	3526
E	100	19,28		4,1	9,59	3509
F	100	14,62		3,4	10,37	3497
A	100	13,92		2,8	10,78	3494
C	100	12,83		2,1	11,11	3497
B	100	11,21		1,35	11,4	3504

Constantes	
At(m <sup>2</sup> )	0,681
De(mm)	40,8
Ae(cm <sup>2</sup> )	13,1
Ds(mm)	26,6
As(cm <sup>2</sup> )	5,57
Tf(°C)	24
$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	997,3
$\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	9,13E-07



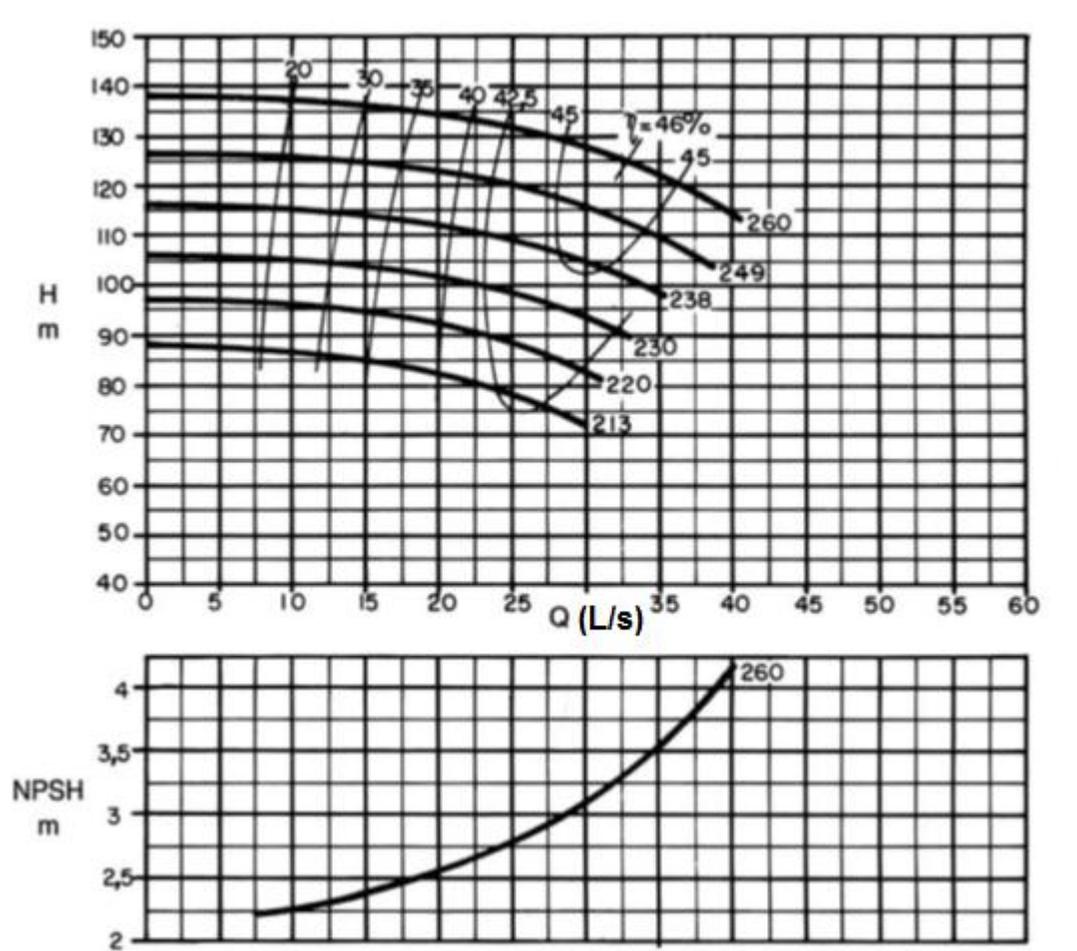
Total da questão: 1,0

4ª Questão: Pretendemos utilizar a bomba de 260 mm de diâmetro de rotor para bombear água a 60°C ( $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ ) de um reservatório para outro a 45 m mais elevado e isto será feito através de 9600 m de tubo de diâmetro interno igual a 202,7mm ( $A=322,6 \text{ cm}^2$ ) e que origina um coeficiente de perda de carga distribuída médio igual a 0,0300. Sabendo que as perdas localizadas são desprezíveis, especifique o ponto de operação da bomba.



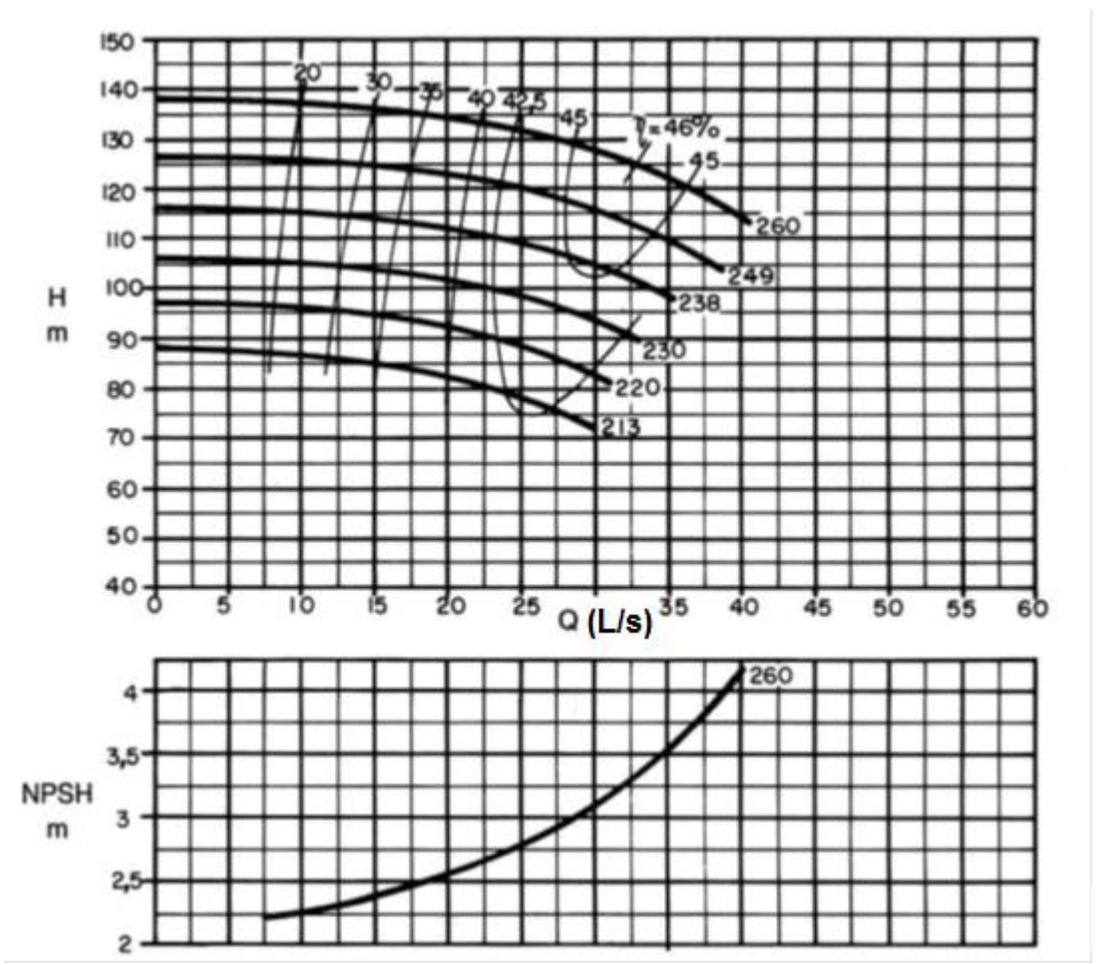
Total da questão: 1,0

5ª Questão: Suponha que a diferença de elevação entre os reservatórios do exercício anterior seja aumentada para 145 m. Mantendo os demais dados, especifique o ponto de trabalho para a associação em série de duas bombas com diâmetro de rotor 260 mm e analise a eficiência desta associação.



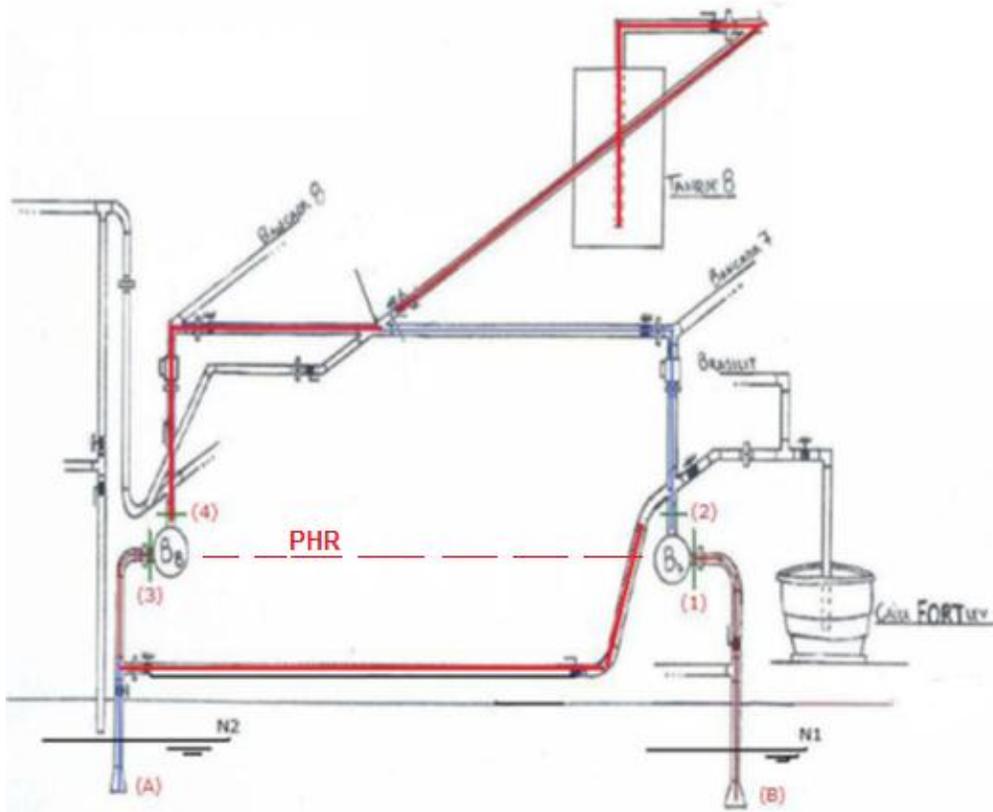
Total da questão: 1,0

6ª Questão: Considerando que a curva do sistema mencionada na 4ª questão se mantenha constante, pede-se especificar o ponto de trabalho para a associação em paralelo de duas bombas de diâmetro do rotor igual a 260 mm analisando se esta associação é eficiente.



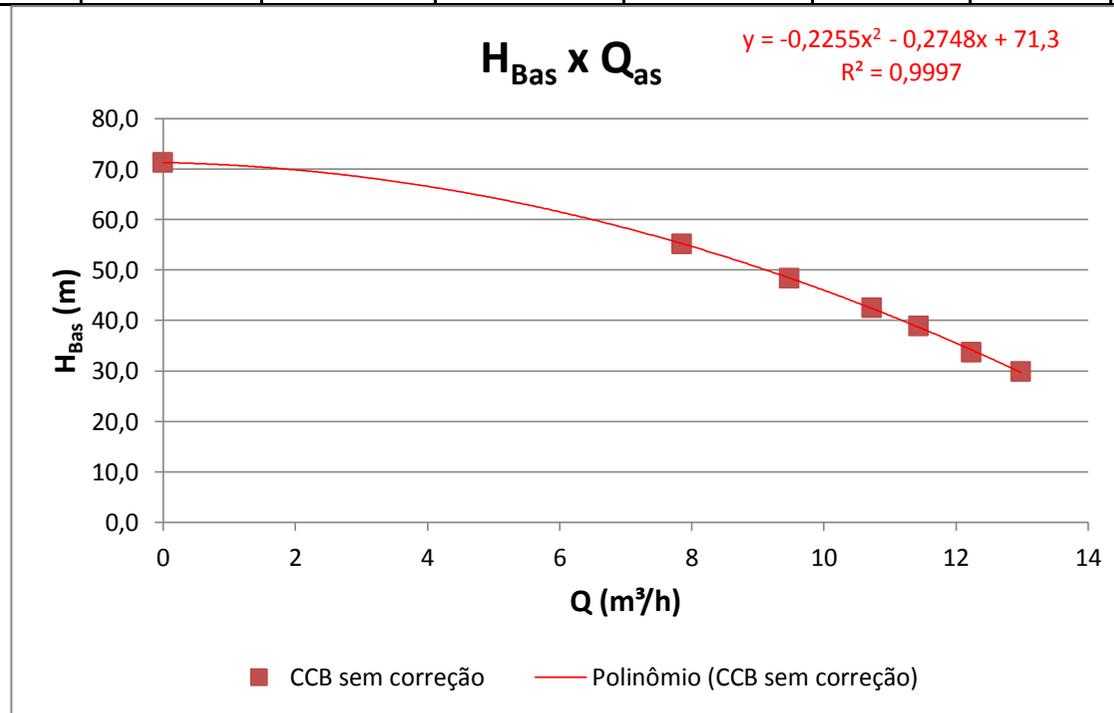
Total da questão: 1,0

7ª Questão: O esboço a seguir mostra a viabilidade de se executar as experiências de associação em série e paralelo no laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI, sendo no caso ressaltada a associação em série das bombas da bancada 7 e 8 e que deram origem a tabela da página 9. Alicerçado nela e sem consultar nenhuma tabela ou programa, pede-se determinar a perda de carga entre as seções (2) e (3) e a pressão registrada pelo manômetro instalado na seção (4), ou seja o  $p_{s8}$ .



Bancada 7		Bancada 8	
$h_1$ (cm)	$h_2$ (cm)	$h_3$ (cm)	$h_4$ (cm)
11,5	12,0	32,0	14,0
$\Delta z_{1-2}$ (cm)	$A_{t7}$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta z_{3-4}$ (cm)	$A_{t8}$ (m <sup>2</sup> )
29		29	0,5625
$D_1$ (mm)	$A_1$ (cm <sup>2</sup> )	$D_3$ (mm)	$A_3$ (cm <sup>2</sup> )
52,5	21,7	40,8	13,1
$D_2$ (mm)	$A_2$ (cm <sup>2</sup> )	$D_4$ (mm)	$A_4$ (cm <sup>2</sup> )
40,8	13,1	40,8	13,1
Água a 24 <sup>o</sup> C			
$\gamma_{\text{água}}$ (N/m <sup>3</sup> )		$\nu_{\text{água}}$ (m <sup>2</sup> /s)	
9778,44		$9,57 \cdot 10^{-7}$	
Ambiente			
$g = 9,8 \text{ m/s}^2$			
Patm = 701mmHg lida no barômetro			
Mercúrio			
$\gamma_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kgf/m}^3$			

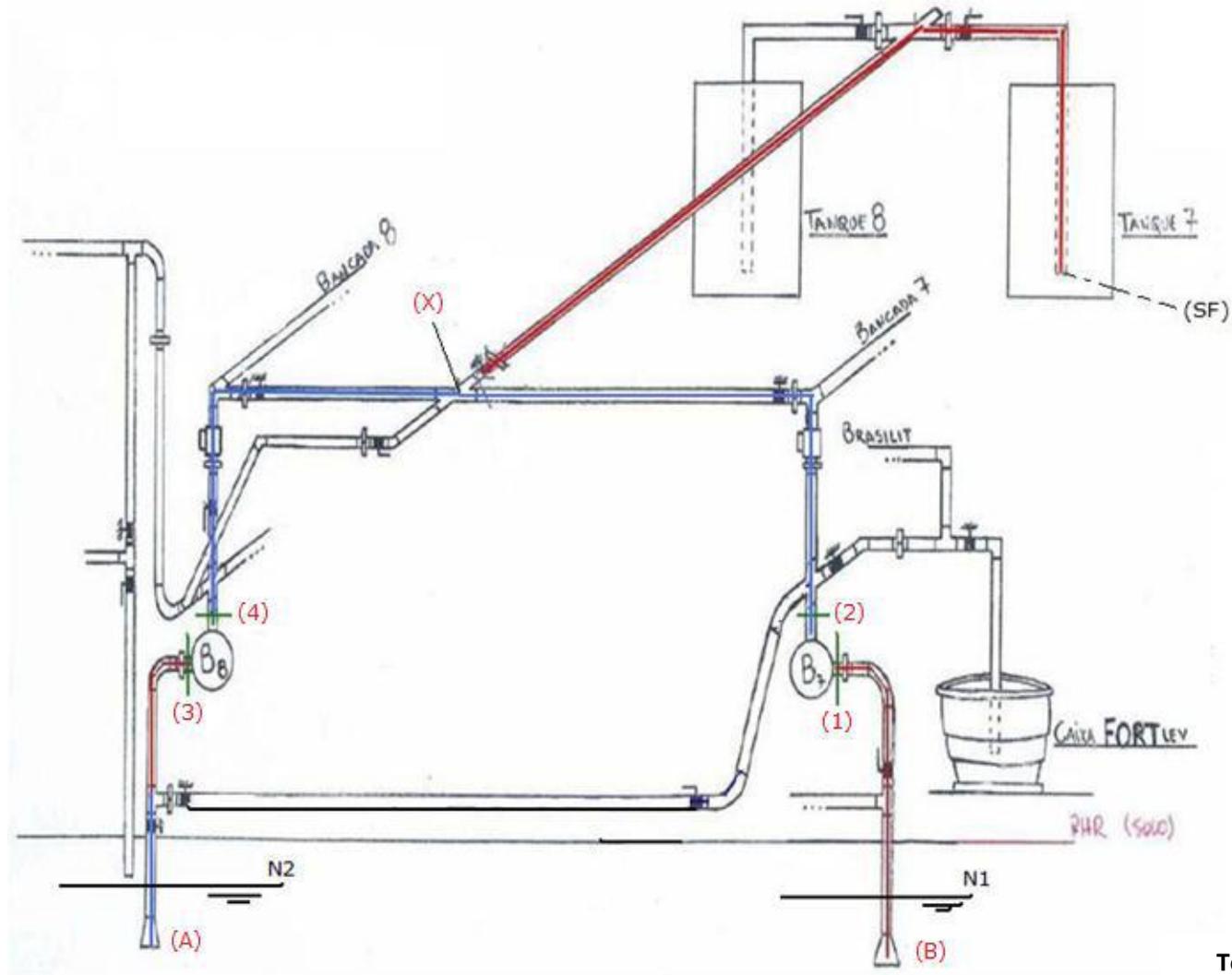
Turma	$\Delta h$ (mm)	t (s)	$P_{me7}$ (mmHg)	$P_{ms7}$ (psi ou lbf/pol <sup>2</sup> )	$P_{me8}$ (mca)	$P_{ms8}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$n_7$ (rpm)	$n_8$ (rpm)	Patm (mmHg)
	0	0	-80	48	34	7,1	3523	3536	701
F	50	12,51	-102	36	24		3450	3466	701
B	50	10,37	-120	30	20		3435	3455	701
A	50	9,16	-115	26	16		3431	3448	701
D	50	8,59	-140	22	13		3426	3444	701
C	50	8,03	-150	18	10		3429	3447	701
E	50	7,57	-150	14	7		3448	3453	701



**Total da questão: 1,0**

8ª Questão: A tabela a seguir foi obtida através do ensaio da associação em paralelo das bombas B7 (bomba da bancada 7) e B8 (bomba da bancada 8) do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI, calcule a vazão e a carga manométrica da associação em paralelo correspondente a sua turma para a rotação de 3500 rpm.

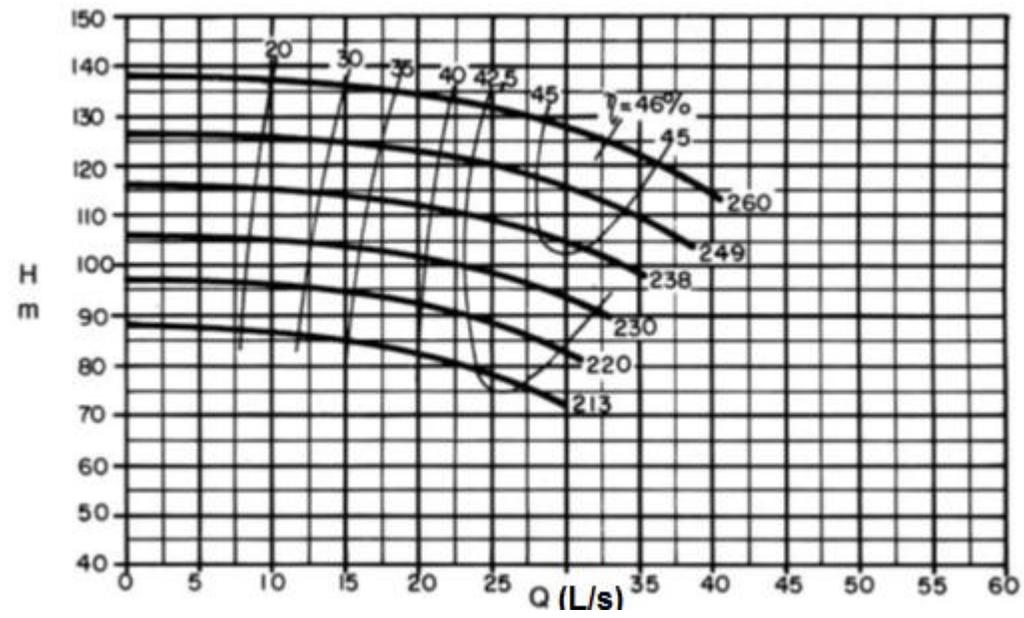
Turma	Pressão	Pressão	Pressão	nb7	Pressão	Pressão	nb8	h	t	
	barométrica	manométrica 1	manométrica 2		manométrica 3	manométrica 4				
	(mmHg )	(mmHg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(rpm)	(mmHg)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(rpm)	(mm)	(s)	
	700	-60	3,4	3530	-70	3,2	3543	-	-	
A	700	-95	3,3	3506	-115	3,0	3501	50	14,88	
B	700	-110	3,0	3482	-135	2,8	3491	50	8,97	
C	700	-115	2,7	3476	-145	2,6	3481	50	7,09	
D	700	-130	2,5	3468	-165	2,4	3480	50	6,03	
E	700	-145	2,3	3467	-180	2,2	3475	50	5,17	
F	700	-150	2,0	3464	-195	2,0	3477	50	4,57	
PHR no chão			Dados da tubulação				Associação em paralelo (teórica)			
Cotas:										
z1 (cm)	78		2"	Área (m <sup>2</sup> )	0,00217		Q(m <sup>3</sup> /h)	Hb (m)		
z2 (cm)	104,5			Din (m)	0,0525		0	39,5		
z3 (cm)	77		1,5"	Área (m <sup>2</sup> )	0,00131		2	39,5		
z4 (cm)	107,5			Din (m)	0,0408		4	39		
	Manômetro até o eixo do tubo		Dimensões do tanque 7				8	35		
Cotas:			largura (cm)		74		10	33		
h1 (cm)	16,5		comprimento (cm)		74		12	30		
h2 (cm)	24,5						14	26,5		
h3 (cm)	32,0		Fluido (água)		21 <sup>o</sup> C		16	21,5		
h4 (cm)	11,5		$\rho = 998 \text{ kg/m}^3$		$\nu = 0,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$					



Total da questão: 1,0

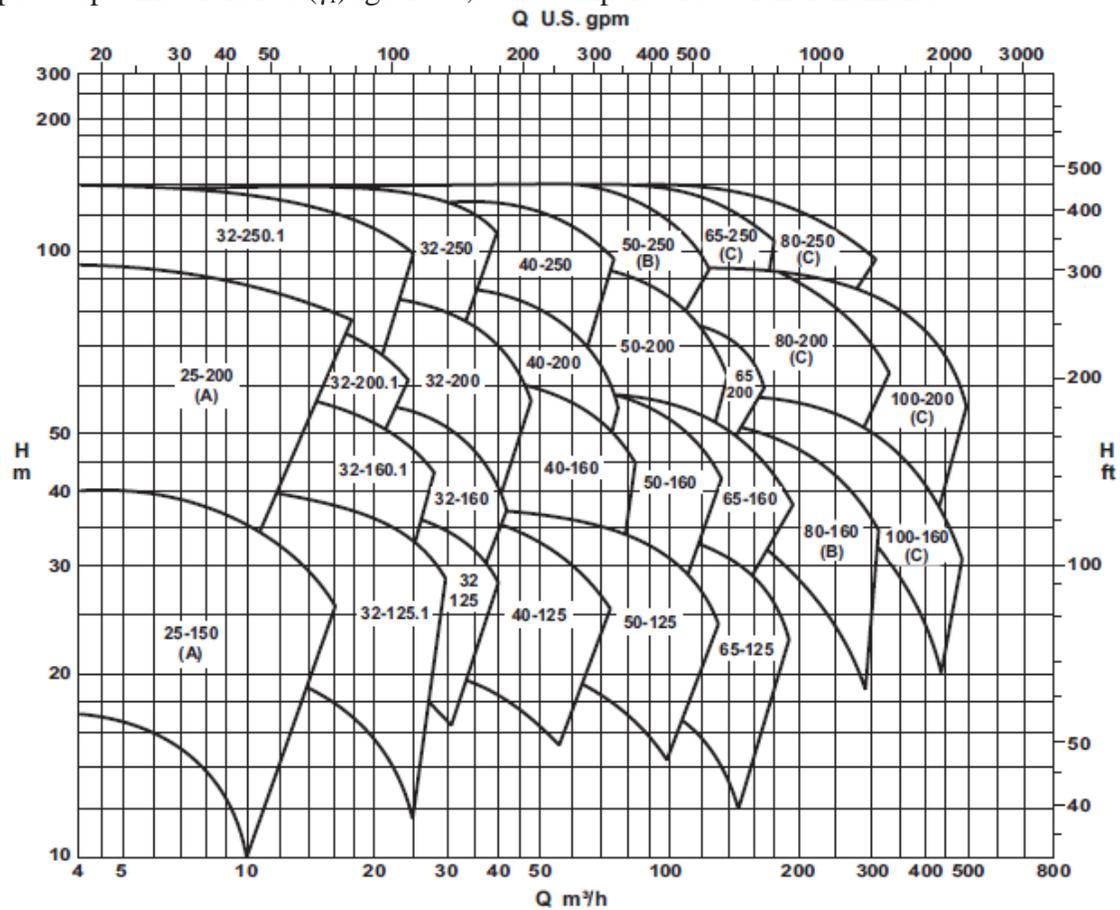
Esquema da experiência da associação em paralelo das bombas B7 e B8

9ª Questão: Especifique o diâmetro do rotor para o ponto de trabalho definido pela vazão de 30 L/s e carga manométrica igual a 110 m.



Total da questão: 0,5

10ª Questão: Escolher uma bomba capaz de fornecer uma vazão de  $180 \text{ m}^3/\text{h}$  com  $H_B = 30 \text{ m}$ , sendo a viscosidade do líquido igual a 190 centistokes e peso específico relativo ( $\gamma_r$ ) igual a 0,90 na temperatura de funcionamento.



Total da questão: 1,0

- (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.

3.500 rpm

