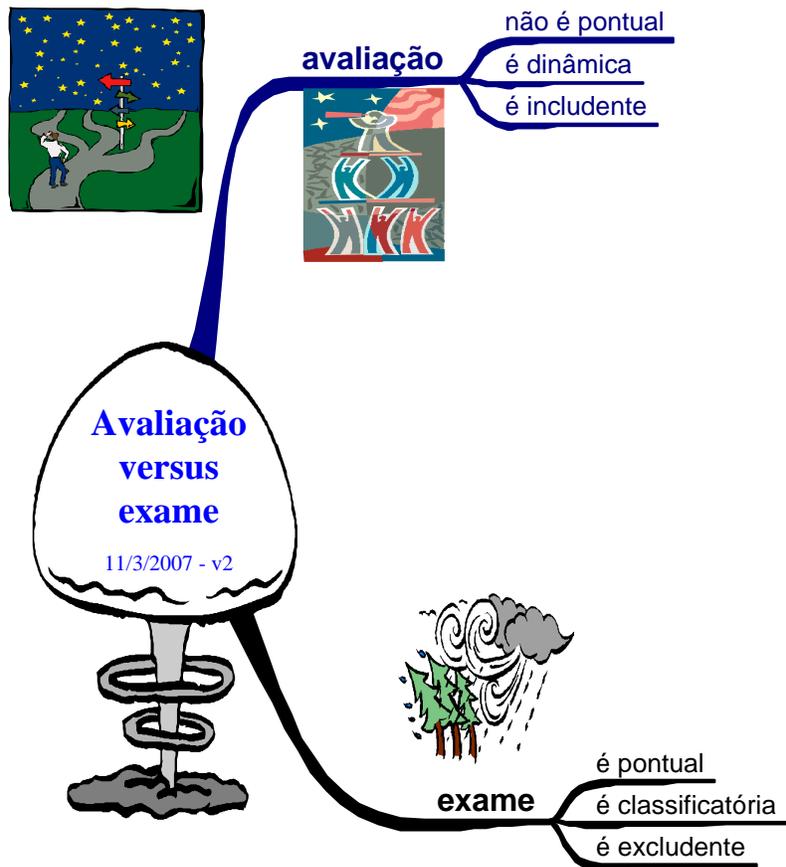


## Avaliação como aliada do processo ensino aprendizagem



Inicialmente quebramos os paradigmas de falta do tempo e da impossibilidade de consulta, para tal recorrer-se à avaliação dividida em três partes: a primeira será entregue no final desta aula e pode-se consultar qualquer material para realizá-la, a segunda deverá ser entregue na quarta aula (daqui uma semana) e a terceira na quinta aula, ou seja, daqui a duas semanas.

"A sabedoria não se transmite, é preciso que a gente mesmo a descubra depois de uma caminhada que ninguém pode fazer em nosso lugar, e que ninguém nos pode evitar, porque a sabedoria é uma maneira de ver as coisas." - Marcel Proust em seu livro *À sombra das raparigas em flor*. (Cortella, Mario Sergio - *Não Nascemos Prontos!* - p.119)

A seguir são apresentadas as sínteses das duas primeiras aulas.

1. Apresentar uma das referências adotada para o desenvolvimento do curso - professor Paulo Freire.
2. Introduzir o conceito de ensino considerado ao longo do curso.
3. Mencionar os princípios adotados para elaboração do processo ensino aprendizagem.
4. Especificar a orientação seguida para elaboração do planejamento do curso.
5. Esclarecer onde se encontra a bibliografia básica do curso,rata
6. Comentar o que será estudado.
7. Propor como estudar.
8. Sugerir mudanças comportamentais para o acompanhamento do curso.
9. Recorrer ao painel integrado para otimizar o tempo para soluções de problemas.
10. Criar um resumo do conteúdo que além de ser um pré-requisito, será o alicerce para os estudos propostos.



O que você aprendeu dos itens mencionados anteriormente. Entregar na próxima aula

Grupo I - refletir e eliminar os problemas especificados com círculos vermelhos, para entregar nesta aula.

GRUPO I

1) Carga manométrica: energia total (potencial, cinética, de pressão) por unidade de peso numa seção pertencida ao fluido.  $\frac{J}{N} \cdot \frac{N}{m} = m$  (costa)

Energia  $\rightarrow J$  (unidade de energia)

2) Determinação da carga manométrica

Le  $H_i + H_B = H_f + H_{p1} - s$   
 $H_e + H_B = H_s$

$Z_e + \frac{p_e}{\rho} + \frac{v_e^2}{2g} + H_B = Z_s + \frac{p_s}{\rho} + \frac{v_s^2}{2g}$

o dataz um plano horizontal de ref. (PHR)

2o as pressões: ~~vacuômetros na seção de entrada~~  
~~manômetros na seção de saída~~

3)  $H_i = H_f \rightarrow$  circuito fechado  $Q_e = Q_s$   
 $H_B = H_p$  carga man. com  $A_e = A_s$   
 perdida com  $H_p e^- =$

4) Variando a vazão no registro e lendo no manômetros.

5) Regime permanente? Sim!  
 O nível do tanque permanece constante  
 $v$  iguais  
 $d$  iguais

É minha suposição, já que não informaram

ALINE; WDMILLA; MICHELLI; SHEILA

Grupo II - refletir e eliminar os problemas especificados com círculos vermelhos, para entregar nesta aula.

→ NÃO SEI SE ESTÁ CERTO!

Carina, Bianca, Camila, Karina  
 as não informaram!!

Grupo 2

Pergunta 1.  
 - Positiva, devido diferencial da ventosa (mais baixo com o nível máximo (mais alto)?

2.  $h_v = 67 \text{ cm}$      $\rho = 996,94 \text{ kg/m}^3$

$P = \rho \cdot g \cdot h_v$

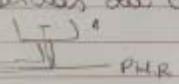
$P = 996,94 \cdot 9,81 \cdot 0,67 = 6552,59 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (\text{Pa})$

$1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$   
 $6552,59 \text{ Pa} = x$   
 $x = 49,149 \text{ mmHg}$

3.  $P_{\text{atm}} = 696 \text{ mmHg}$   
 $P_{\text{man}} = 49,149 \text{ mmHg}$   
 $P_{\text{abs}} = 696 + 49,149 = 745 \text{ mmHg}$

4. Não, pois pelos cálculos os valores máximos de pressão de  $P = 49,15 \text{ mmHg}$  poderia ser medida com man. U sem que ocorra acidente

5. Diminui, por causa das perdas da ventosa e do reservatório.



$a = 0 \rightarrow P_e = \rho \cdot h_v$

$Q \neq 0 \rightarrow H_1 = H_2 + H_3$

$h_v = \frac{P_e}{\rho} + \frac{v_2^2}{2g} + H_p (\gamma)$

$\rho \cdot h_v = \rho \cdot \frac{v_2^2}{2g} \rightarrow H_p = P_e$

P. D. C. A  
 plan do doc. action



Grupo IV - refletir e eliminar os problemas especificados com círculos vermelhos, para entregar nesta aula.

Grupo 4

BENO  
VINICIUS  
FERNANDA  
RODRIGO

notametrico

Unidade:  $m^3/h$

Condições:  $d = 7kg$ ,  $p = 1Atm$ ,  $T = 10^\circ C$

Escala:  $0,1 m^3/h$

① + Vazão máxima =  $2m^3/h$   
+ pressão =  $2,4 kgf/cm^2$

③  $H_1 + H_3 = H_2$   
 $\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho} + z_1 + H_3 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho} + z_2$   
 $H_3 = \frac{p_2 - p_1}{\rho}$   
 $H_3 = \frac{2,4 \cdot 10^5 - 348,86}{13600} = 1,79 m$

$p = 348,86 kgf/m^2$   
 $p_2 = 2,4 kgf/cm^2$   
 $\rho_{Hg} = 13600 kgf/m^3$   
 $\rho_{H_2O} = 9,8 \cdot 997,18 = 9772,4 N/m^3 = 997,18 kgf/m^3$

~~$\rho_1 + 0,017 \cdot \rho_{Hg} = 0,017 \cdot \rho_{H_2O} + \rho_{ent}$~~   
 ~~$+ \rho_{H_2O} = \rho_{ent}$~~

$\rho_1 = 0,017 \cdot \rho_{Hg} + 0,5817 \cdot \rho_{H_2O} = \rho_{ent}$   
 $\rho_{ent} = 348,86 kgf/m^2$   
deslogado = 688

$$\frac{\frac{m^3}{h} \times \frac{N}{m}}{3600} = \frac{N \cdot m}{h} = \frac{J}{h}$$

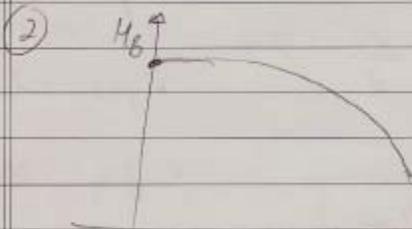
$$N_B = Q \cdot \gamma \cdot H_B$$

$$N_B = \frac{2 \cdot 9771,4 \cdot 1,77}{3600} = 9,45 \frac{N \cdot m}{s}$$

$$(4) \quad N_B = \frac{N_B}{\eta} \rightarrow N_B = \frac{9,45}{0,9} \rightarrow N_B = 10,5 \frac{W}{B}$$

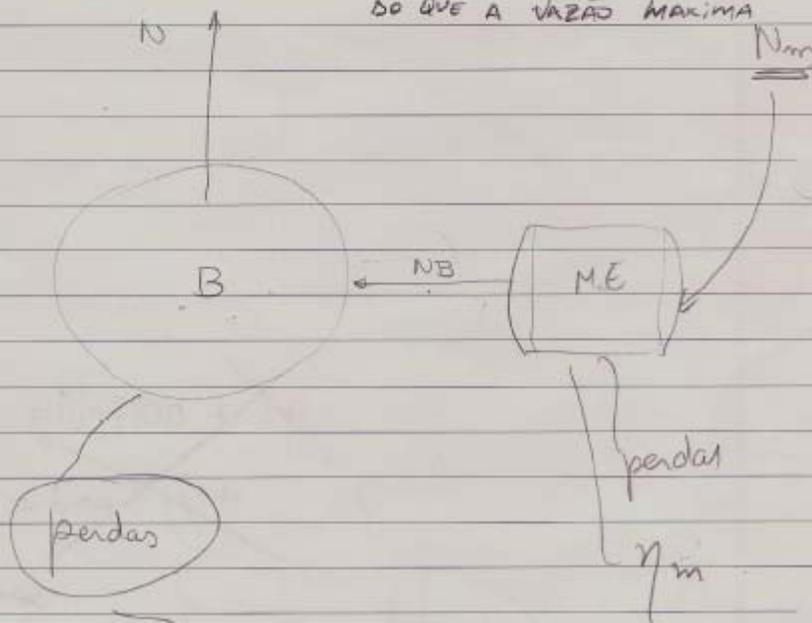
(5) 26 dias  $\rightarrow$  2 horas por dia (52 horas/mês)

$$Pot = N \cdot t = 9,45 \cdot 52 = 491,4 \frac{KW \cdot h}{mês}$$



\* No ponto de trabalho  
igualdade-se os dois  $H$ 's  
 $H_B = H_S$

Q A VAZÃO ZERO A CARGA  
MANOMÉTRICA DA BOMBA É MAIOR  
DO QUE A VAZÃO MÁXIMA



$$\eta_B = \frac{N}{N_B}$$

Grupo V - refletir e eliminar os problemas especificados com círculos vermelhos, para entregar nesta aula.

Grupo 5  
 Integrantes: Marcela Lafalce  
 Michelli Maciel  
 Renata K.C de Carvalho  
 Viviane B. Fortes

Considerando a bancada 7 e sabendo que a mesma irá operar com a válvula controladora de vazão totalmente aberta para dois caminhos possíveis, responda as questões a seguir:

1. A vazão máxima será sempre a mesma?  
 R: Não, pois os caminhos são diferentes, sendo o caminho 1 maior que o caminho 2. Quanto maior a perda, menor a vazão.

2. Comprove a resposta anterior numericamente.

Caminho 1:	Caminho 2
$\Delta H = 100 \text{ mm} \rightarrow \Delta t = 26 \text{ s}$	$\Delta H = 100 \text{ mm} \rightarrow \Delta t = 18,5 \text{ s}$
$A = 0,546 \text{ m}^2$	$A = 0,4180 \text{ m}^2$
$Q = v \cdot A$	$Q = v \cdot A$
$Q = \frac{0,1 \text{ (m)}}{26 \text{ (s)}} \cdot 0,546 \text{ (m}^2\text{)}$	$Q = \frac{0,1 \text{ (m)}}{18,5 \text{ (s)}} \cdot 0,4180 \text{ (m}^2\text{)}$
$Q = 2,1 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$ ou	$Q = 2,26 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$ ou
$\boxed{2,1 \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)}$	$\boxed{2,26 \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)}$

3. Aplicando a equação da energia da seção inicial a final, procure justificar a resposta da questão anterior.

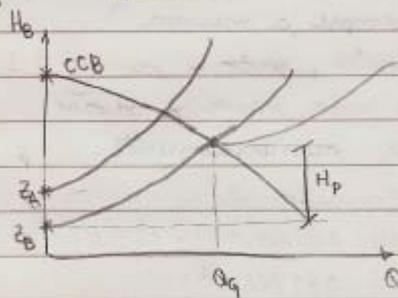
$H_2 + H_B = H_f + H_p \rightarrow$

$$H_p = z_p + \frac{p_p}{\gamma} + \frac{v_p^2}{2g}$$

$$H_p = f \frac{(L + \sum L_e)}{D_H} \frac{Q^2}{2g A^2}$$

$$H_B = z_p + \frac{p_p}{\gamma} + \frac{v_p^2}{2g} + f \frac{(L + \sum L_e)}{D_H} \frac{Q^2}{2g A^2}$$

4. Considerando uma representação hipotética da CCB e as equações da questão anterior, as quais devem ser escritas em função da vazão, justifique e observe na segunda questão.



Ponto de trabalho ( $H_B = H_S$ ).

Mova-se no caminho ou na válvula para atingir o ponto de trabalho

5. Igual a pressão de entrada da bomba na escala absoluta (para os caminhos escolhidos).

Caminho 1:  $p_1 = 60 \text{ kPa}$

760 mmHg - 101325 Pa

696 mmHg - x

x = 92792 Pa

$p_1 = 60000 + 92792 = 152792 \text{ Pa (abs)}$

Caminho 2:  $p_2 = 20 \text{ kPa}$

$p_2 = 20000 \text{ (Pa)} + 696 \text{ (mmHg)} \frac{101325 \text{ (Pa)}}{760 \text{ (mmHg)}} = 112792 \text{ Pa (abs)}$

Grupo VI - refletir e eliminar os problemas especificados com círculos vermelhos, para entregar nesta aula.

Seg Ter Qua Qui Sex Sab Dom

11

Grupo 6. Tiago-gabriel-Henrique

→ P/500

$$v_T = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,64} \Rightarrow 3,54 \text{ m/s} \checkmark$$

$$h = h_L + h_r$$

$$Q_T = 3,54 \times 0,0022698 \Rightarrow 0,008 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$$

$$Q_r = \frac{0,546 \cdot 0,1}{75} \Rightarrow 0,000728 \text{ m}^3/\text{s} \checkmark$$

$$C_Q = \frac{Q_r}{Q_T} = 0,91 \checkmark$$

• tempo de esvaziamento de 500 p/150  $\Rightarrow$  315 s 18 min.

→ P/150

$$v_T = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,29} \Rightarrow 2,38 \text{ m/s}$$

$$Q_T = 0,0054 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_r = \frac{0,546 \cdot 0,05}{68} \Rightarrow 0,000447$$

$$C_Q \Rightarrow 0,83$$

•  $H_{nivel} = 14 + 50$   
14 + 15

•  $H_{saida} = \frac{v_T^2}{2g}$

•  $H_{nivel} = H_{saida} + H_{p_{bocat}}$

•  $h_s = k_s \frac{v^2}{2g}$

---

$x_{p/500} = 484 \text{ mm} \Rightarrow 1016 \Rightarrow \boxed{1,016 \text{ m}}$   $y = 0,403$

$x_{p/150} = 800 \text{ mm} \Rightarrow 1100 \Rightarrow \boxed{0,7 \text{ m}}$

$L = 0,2875$   $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$

$v_{500} = 3,534 \text{ m/s}$   $x = v_{x,t}$

$v_{150} = 2,435 \text{ m/s}$   $v_r = v \sqrt{\frac{\theta}{2y}}$

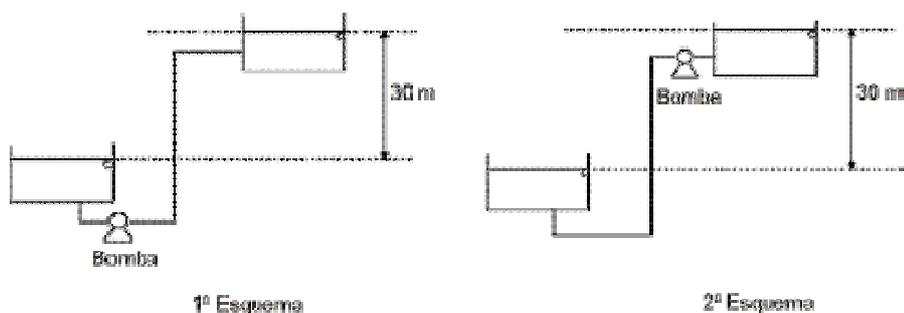
circuito fechado =  $H_B = H_p$

FORONI PE trabalho =  $H_B = H_s$

Água é transferida de um reservatório para outro, cujo nível de referência encontra-se 30m acima do primeiro. Essa transferência é efetuada através de uma tubulação com diâmetro interno igual a 0,254 m e comprimento total de 450 m. Ambos os reservatórios encontram-se sob pressão atmosférica.

Como o número de conexões é pequeno, a perda de carga localizada (em virtude dessas conexões) pode ser atribuída somente a uma válvula globo (posicionada no recalque da bomba centrífuga) utilizada para regular a vazão transferida entre os reservatórios. A Equação de Bernoulli, modificada para fluidos reais, aplicada entre dois pontos localizados nas superfícies dos reservatórios, leva à obtenção da chamada curva de carga do sistema, que, para a condição de válvula totalmente aberta e variação desprezível dos níveis no interior dos reservatórios, apresenta a seguinte forma:  $H_s = 30 + 1.055 Q^2 + 99 Q^2$ , na qual  $H_s$  é a carga que deve ser desenvolvida pela bomba para que escoe uma vazão volumétrica  $Q$  através da tubulação. Nesta equação,  $[H_s] = \text{m}$  de coluna de fluido escoando e  $[Q] = \text{m}^3 \text{s}^{-1}$ . Dentre os termos em  $Q^2$ , o de maior coeficiente responde pela perda de carga distribuída (efeitos viscosos na região de escoamento estabelecido). A curva característica da bomba centrífuga utilizada no sistema pode ser aproximada por:  $H_b = 150 - 4.050 Q^2$ , na qual  $H_b$  é a carga desenvolvida pela bomba quando ela bombeia uma vazão volumétrica  $Q$ . Também neste caso,  $[H_b] = \text{m}$  de coluna de fluido escoando e  $[Q] = \text{m}^3 \text{s}^{-1}$ .

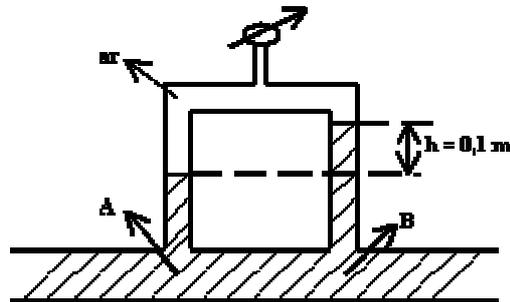
Abaixo são mostrados dois esquemas com duas alternativas de posição para a bomba do sistema. Note que esta posição não tem influência nos cálculos realizados nos itens anteriores. Porém, ela é de fundamental importância para o bom funcionamento do sistema de bombeamento e, conseqüentemente, para o êxito da transferência da água, na vazão desejada, de um reservatório para o outro.



Com base nestas informações e admitindo que se esteja operando em uma faixa de números de Reynolds, na qual o fator de atrito se mantenha constante (escoamento totalmente turbulento), determine: a) vazão transferida do reservatório inferior para o superior, estando à válvula totalmente aberta; b) nova vazão com a válvula fechada em 50%. Considere que a constante da válvula aberta ( $K_{ab}$ ) é igual a 5,0 e que, para válvulas globo 50% fechadas,  $K = 5 K_{ab}$ ; c) Indique qual das duas alternativas você escolheria e justifique a sua escolha. Dados:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu = 10^{-3} \text{ kg/(m*s)}$  e  $g=9,8 \text{ m/s}^2$

(Provão do MEC) - este exercício deve ser feito pelos alunos com o número final ímpar e deve ser entregue nesta aula. Os alunos com final par devem fazê-lo em casa e entregá-lo na próxima aula.

O dispositivo mostrado na figura abaixo mede o diferencial de pressão entre os pontos A e B de uma tubulação por onde escoa água. Considere  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$



Sabendo-se que a massa específica da água e do ar são respectivamente  $1000 \text{ kg/m}^3$  e  $1,2 \text{ kg/m}^3$  pede-se:

1. determinar o diferencial de pressão entre os pontos A e B, em Pa;
2. calcule a pressão absoluta no interior da camada de ar, sendo a leitura do Manômetro de Bourdon  $P_{\text{man}} = 10^4 \text{ Pa}$ , e a pressão atmosférica local  $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ ;
3. indicar o sentido de escoamento do fluido, justificando adequadamente;
4. determinar a perda de carga entre as seções A e B;
5. calcular o coeficiente de perda de carga distribuída.

(Itens a, b e c são do provão do MEC) - este exercício deve ser feito pelos alunos com o número final par e deve ser entregue nesta aula. Os alunos com final impar devem fazê-lo em casa e entregá-lo na próxima aula.

Grupo I - entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Considerando a bomba da bancada móvel, pede-se:

1. as curvas características da bomba da bancada e que são fornecidas pelo fabricante da mesma;
2. a curva característica da bomba obtida na própria bancada;
3. refletir e comentar as diferenças das curvas obtidas nos itens anteriores.

Grupo II- entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Considerando a CCB da bomba da bancada móvel, que é fornecida pelo fabricante da mesma e o ponto de trabalho para a vazão máxima, pede-se:

1. a perda de carga total;
2. considerando a tubulação de PVC lisa, estime a somatória total dos comprimentos equivalentes;
3. considerando a tubulação de PVC com rugosidade equivalente igual a 0,025 mm, estime a somatória total dos comprimentos equivalentes.

Grupo III- entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Considerando a bancada móvel operando com a vazão máxima, pede-se estimar o comprimento equivalente do trecho que contém o rotâmetro para as seguintes situações:

1. tubulação de PVC considerada lisa;
2. tubulação de PVC considerada com rugosidade equivalente igual a 0,03 mm.

Grupo IV - entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Considerando a bancada móvel, o comprimento equivalente para o trecho que contém o rotâmetro determinado pelo grupo III para a tubulação de PVC com a rugosidade equivalente igual a 0,03 mm e os comprimentos equivalentes obtidos na tabela mencionada no sítio [http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/cont\\_sexta\\_aula.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/cont_sexta_aula.htm), pede-se:

1. o coeficiente de perda de carga distribuída calculado para a vazão máxima obtida na própria bancada;
2. compare o valor do coeficiente de perda de carga obtido no item anterior com o que seria obtido pelo diagrama de Moody com a mesma vazão considerando a tubulação de PVC com a rugosidade equivalente desprezível e igual a 0,02 mm.

Grupo V - entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Considerando a instalação hidráulica que alimenta o reservatório de área de seção transversal igual a  $0,418 \text{ m}^2$  (foto 1), pede-se:

1. a equação da CCI em função de "f" e "Q";
2. o ponto de trabalho (cruzamento da CCI com a CCB)

Q (m <sup>3</sup> /h)	HB (m)	Rend (%)	NPSH (m)
0	26		
2,8	25,95	45	
4	25,9	47	0,8
4,8	25,5	52	0,9
5,8	25	54	1
6,8	24	55	1,1
7,2	23	56	1,15
9	20,5	56	1,3
9,5	18,7	55	1,4
10,3	16,5	54	1,45
10,8	14	52	1,5

Tabela de dados fornecidos pelo fabricante da bomba



Foto 1

Grupo VI - entregar na quinta aula, ou seja, daqui duas semanas.

Pelo fato da experiência do bocal trabalhar com vazões muito pequenas tem-se o problema de recirculação, o que pode causar grandes danos para a bomba. Pede-se:

1. sintetize o que vem a ser recirculação e seus problemas (dica: faça a pesquisa no computador da sala do laboratório de mecânica dos fluidos);
2. considerando o bocal convergente novo instalado na bancada 3, esclareça se o problema de recirculação foi resolvido;
3. obtenha o coeficiente de vazão médio para o novo bocal, para isto deve-se trabalhar no mínimo com dois níveis constantes.

Ensino de Beda, um monge beneditino que viveu na Inglaterra há aproximadamente 1300 anos: "há três caminhos para a infelicidade (ou fracasso): 1) não ensinar o que se sabe; 2) não praticar o que se ensina; 3) não perguntar o que se ignora (Cortella, Mario Sergio - Não Nascemos Prontos! - p.121)

Espero ter forças para seguir os ensinamentos anteriores na minha jornada como educador.