

08/04/2013

Reflexões sobre a PI.

↓

PROVA COM CONSULTA

OBJETIVOS DA 1ª QUESTÃO:

1. Avaliar o conhecimento do conceito:  
VAZÃO DE PROJETO.

"É a vazão desejada multiplicada por um fator de segurança e é a vazão utilizada para a escolha preliminar da bomba."

$$Q_{p \text{ Projeto}} = 6,94 \text{ L/s} \rightarrow \text{TURMA A.}$$

$$Q_{p \text{ Projeto}} = 16,66 \text{ L/s} \rightarrow \text{TURMA B.}$$

2. Avaliar a interpretação do texto e o conhecimento na determinação da velocidade média, ou carga cinética, em níveis de reservatório e a condição de regime permanente.

"SABENDO QUE TANTO A SEÇÃO INICIAL COMO A FINAL SÃO REPRESENTADAS POR NÍVEIS DO FLUIDO BOMBEADO..."

A condição para se ter um escoamento em regime permanente é o nível

seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
X						

do fluido em reservatórios permanecer constante e isto garante que  $v_{média} = 0$  e que  $\frac{v^2}{2g} = 0$ , portanto para a 2ª questão temos:

$$\frac{v_{inicial}^2}{2g} = \frac{v_{final}^2}{2g} = 0.$$

3. Avaliar o conhecimento da ESCALA EFETIVA que é aquela que adota como zero a pressão atmosférica local.

"... a seção inicial como a final... que se encontram submetidas à pressão atmosférica local..."

$$\frac{p_{inicial}}{\gamma} = \frac{p_{final}}{\gamma} = \frac{p_{atm}}{\gamma} = 0 \text{ na escala efetiva.}$$

4. Avaliar o conhecimento na determinação da carga potencial de posição ( $Z$ ) e de cota da seção em relação ao PHR.

"... que adotando o PHR no eixo da bomba

a cota inicial é  $-2,5\text{ m}$  e a cota final  $40\text{ m}$ , ..."

$Z_{\text{inicial}} = -2,5\text{ m}$  e  $Z_{\text{final}} = 40\text{ m}$ .

5. Avaliar o conhecimento que A PERDA DE CARGA DEPENDE DA VAZÃO, QUE É UM TERMO SEMPRE POSITIVO E O CONCEITO DE INSTALAÇÃO DE RECALQUE:

"... e que o fluido escoando com a vazão de projeto a perda de sucção é 60% da cota inicial e que a perda no recalque é equivalente a 40% da cota final..."

Instalação de recalque é uma instalação particular de bombeamento, já que o fluido vai sempre de uma cota inferior para uma cota superior e estando a bomba instalada acima do nível de captação a tubulação se divide em duas: tubulação antes da bomba que é denominada de tubulação de sucção e tubulação após a bomba que é denominada de tubulação de recalque.

$$H_{\text{sucção}} = 0,6 \times 2,5 = 1,5\text{ m}$$

seg | ter | qua | qui | sex | sáb | dom



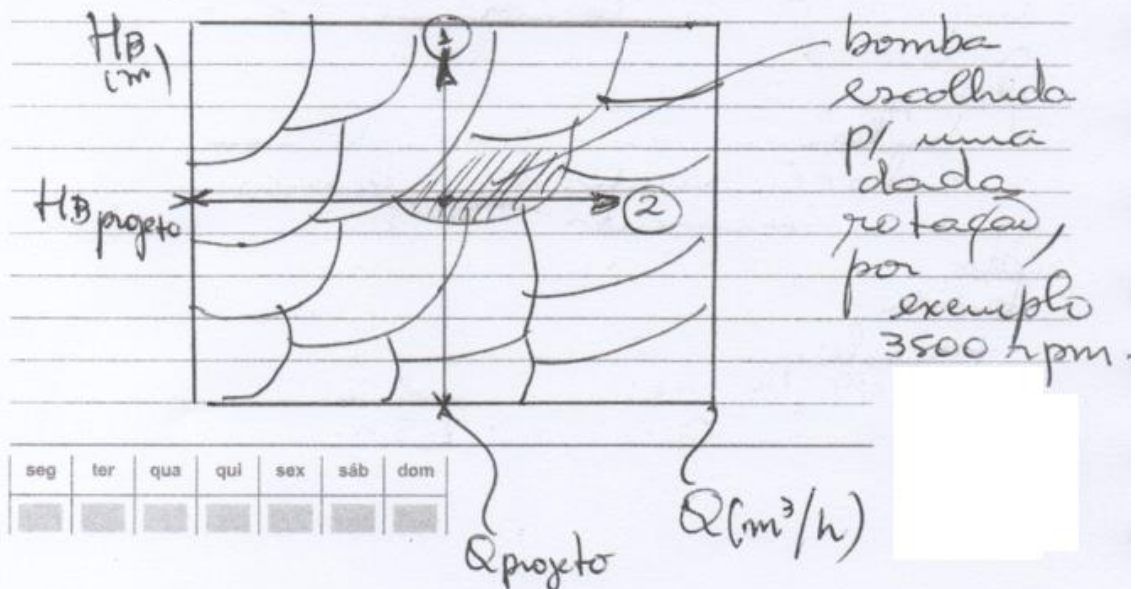
$$H_{\text{Precalque}} = 0,4 \times 40 = 16 \text{ m.}$$

6. Avaliar o conhecimento da aplicação da equação da energia para uma instalação com uma entrada e uma saída na determinação da carga manométrica de projeto.

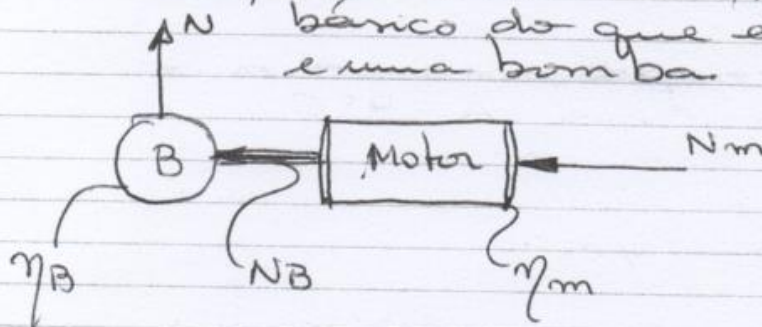
$$H_{\text{inicial}} + H_{B \text{ projeto}} = H_{\text{final}} + H_{p \text{ totais}}$$

$$Z_{\text{inicial}} + H_{B \text{ projeto}} = Z_{\text{final}} + H_{p \text{ sucção}} + H_{p \text{ recalque}}$$

7. Avaliar a utilização do diagrama de H x Q na escolha da bomba.



8. Avaliar o conhecimento das potências e rendimentos em um conjunto motor bomba, além do conhecimento básico do que é um motor e uma bomba.



MOTOR → dispositivo que transforma potência elétrica ( $N_m$ ) em potência mecânica ( $N_B$ ), portanto a potência útil do motor é a " $N_B$ ".

BOMBA → dispositivo que transforma potência mecânica ( $N_B$ ) em potência hidráulica ( $N$ ), portanto a potência útil da bomba é a " $N$ ".

$N = \gamma \times Q \times H_B$  que no sistema internacional, temos:

$$[\gamma] = N/m^3; [Q] = m^3/s \text{ e } [H_B] = m,$$

$$\text{portanto } [N] = \frac{N \times m}{s} = \frac{J}{s} = W$$

9. Avaliar o conhecimento das condições de ensaio do fabricante da bomba e o conceito de rendimento da bomba

FABRICANTE ENSAIA A BOMBA COM ÁGUA A  $4^{\circ}\text{C}$  ONDE CONSIDERA A SUA MASSA ESPECÍFICA ( $\rho$ ) IGUAL A  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

JÁ O RENDIMENTO DA BOMBA SERÁ SEMPRE!

$$\eta_B = \frac{\text{POTÊNCIA QUE SAÍ DA BOMBA}}{\text{POTÊNCIA QUE ENTRA NA BOMBA}}$$

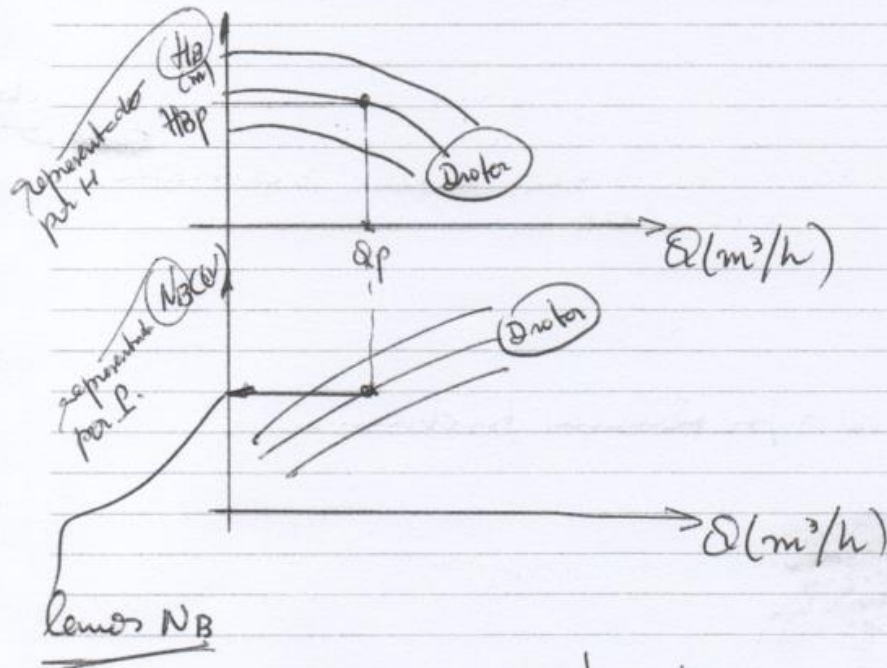
$$\eta_B = \frac{N}{N_B}$$

10. Avaliar a determinação do ponto de trabalho da bomba e a determinação do diâmetro do rotor.

Pto de  $T$  cruzamento da CCI com a CCB no caso do exercício, são se marcar a  $Q_{\text{projeto}}$  e  $HB_{\text{projeto}}$ , que são pontos que pertencem a CCI e no caso



da questão eles coincidiem em uma curva da CCB o que definia o diâmetro do rotor e possibilitava a leitura da NB, já que o fluido bombeado era a H<sub>2</sub>O a 4°C.



Como já tínhamos  $N$ , podemos calcular o rendimento da bomba, pois:

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

## OBJETIVOS DA 2ª QUESTÃO:

1. Avaliar os conhecimentos utilizados na experiência do FREIO DINAMOMÉTRICO.

1.1 → A experiência do freio dinamométrico foi realizada para se determinar ~~o~~ rendimento da bomba, portanto:

$$\eta_B = \frac{N}{N_B} = \frac{T \times \Omega \times H_B}{N_B}, \text{ onde}$$

$N \rightarrow$  potência hidráulica

$N_B \rightarrow$  potência mecânica

1.2 → A potência mecânica era determinada para uma rotação experimental e que variava sempre isto porque o motor elétrico era assíncrono.

$$M_{exp} = M_{sincrona} \times \left( 1 - \frac{\% \text{ escorregado}}{100} \right)$$

$$M_{sincrona} = \frac{120 \times P}{\underbrace{f}_{\text{frequência, geral e 60 Hz.}} \times \underbrace{m_e}_{\text{me de pólos}}}$$



Da questão anterior, tínhamos  
no gráfico do fabricante  
em função da  $Q_{projeto}$ :

$$NB \rightarrow n = 3500 \text{ rpm.}$$

Calculamos a  $m_{experimental}$ :

$$m_{exp} = \left( \frac{120 \times 60}{2} \right) \times \left( 1 - \frac{3}{100} \right) =$$

com ela poderíamos calcular  
a  $NB_{exp}$ , ou seja:

$$\frac{NB_{exp}}{m_{exp}^3} = \frac{NB_{fabricante}}{(3500)^3}$$

Observação: Poderíamos determinar  
de outra forma:

$$\frac{Q_{exp}}{m_{exp}} = \frac{Q_{projeto}}{3500} \Rightarrow Q_{exp} =$$

$$\frac{HB_{exp}}{m_{exp}^2} = \frac{HB_{projeto}}{3500^2} \Rightarrow HB_{exp} =$$

1ª possibilidade  $\rightarrow$  considerando que  $\eta_B = \text{cte}$ , calculamos

$$N_{B, \text{exp}} = \frac{\gamma \times Q_{\text{exp}} \times H_{B, \text{exp}}}{\eta_B}$$

Calculado na 1ª questão.

2ª possibilidade  $\Rightarrow$  considerando que o rendimento varia com a rotação:

$$\eta_{B3500} = 1 - \left[ 1 - \eta_{B_{\text{exp}}} \right] \times \left[ \frac{3500}{n_{\text{exp}}} \right]^{0,4}$$

Da expressão anterior, calculamos o  $\eta_{B_{\text{exp}}}$  e aí a potência

da bomba: 
$$N_{B, \text{exp}} = \frac{\gamma \times Q_{\text{exp}} \times H_{B_{\text{exp}}}}{\eta_{B_{\text{exp}}}}$$

1.3 → Cálculo da potência mecânica

$$N_B \text{ exp} = F \times \text{braço} \times 2\pi \times \frac{n \cdot \text{exp.}}{60}$$

o que possibilita calcular a força  $F$ .

1.4 → recordar a leitura da força no analisador da Kratos, leitura esta em kgf.

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N.}$$

Da próxima vez devo pensar em dar um valor para  $N_B$  em função da vazão e da rotação.

↑  
IMPORTANTE

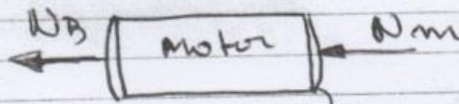


## OBJETIVOS DA 3ª QUESTÃO:

1. Avaliar o conhecimento ligado a potência útil do motor elétrico.

"... e que o motor elétrico tem uma potência útil de 3,7 kW."

Motor elétrico é o dispositivo que transforma potência elétrica ( $N_m$ ) em potência mecânica ( $N_B$ ) portanto sua potência útil é  $N_B$ .

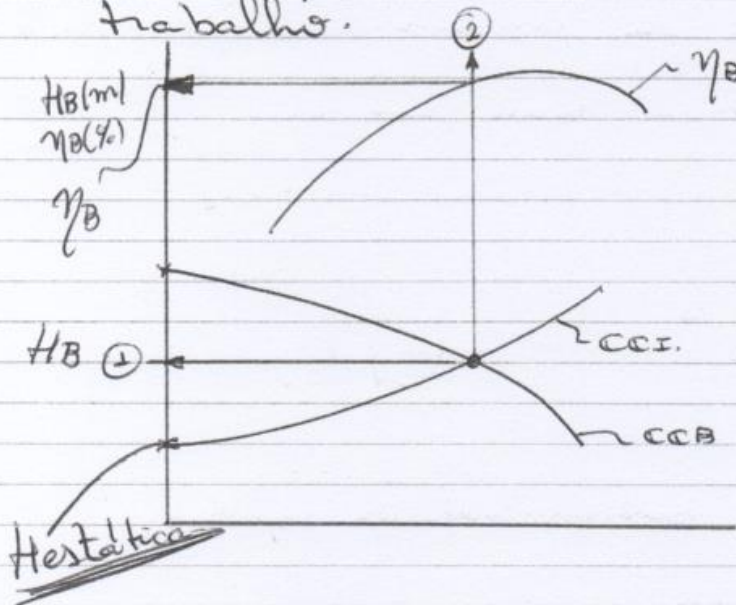


$$\eta_m = \frac{N_B}{N_m}$$

2. Avaliar o conhecimento do cálculo da potência mecânica ( $N_B$ )

$$N_B = \frac{V \times I \times H_B}{\eta_B}$$

3. Avaliar a leitura da HB e do  $\eta_B$  no ponto de trabalho.



4. Avaliar o cálculo da vazão.

$$Q = \frac{V_B \times \eta_B}{\gamma \times HB}$$

↑ dado
↑ lido no pto de σ  
↑ dado
↑ lido no pto de σ.

5. Avaliar os conhecimentos relacionados com a equação da CCI, onde devemos observar a determinação da carga estática (Hest.)

seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$$H_s = \text{Hestática} + \cancel{\frac{U_t^2 - U_i^2}{2g}} + H_{P_{\text{total}}}$$

No ponto de trabalho  $\Rightarrow H_s = H_{BE}$   
 e Hestática lida na CCI p/  $\theta=0$ ,  
 portanto para a questão, tenhamos:

$$H_{P_{\text{total}}} = \underbrace{H_B}_{\text{lido}} - \underbrace{\text{Hestática}}_{\text{lida}}$$

6. Avaliar o conhecimento da determinação da CARGA ESTÁTICA.

$$\text{Hestática} = \underbrace{(Z_{\text{final}} - Z_{\text{inicial}})}_{\text{dada}} + \underbrace{\frac{p_{\text{final}} - p_{\text{inicial}}}{\gamma}}_{\text{dada}}$$

$$p_2 = \dots$$

7. Avaliar o conhecimento do cálculo da perda total:

$$H_p = \underbrace{f_x}_{\text{det.}} \cdot \underbrace{\frac{(L + \sum l e g)}{DH}}_{\text{dado}} \cdot \underbrace{\frac{Q^2}{2g A^2}}_{\text{det.}}$$



## OBJETIVOS DA 4ª QUESTÃO:

1. Avaliar a utilização das tabelas para determinação dos comprimentos equivalentes, no caso a TABELA DA MIPEL e a TABELA DA TUPY.

VALVULA DE POÇO DA MIPEL →

JOELHO FÊMEA DA TUPY → (90°) →

2. Avaliar o conhecimento sobre o fenômeno de supercavitação, que seria o fenômeno de cavitação na entrada e saída da bomba, já que na entrada ocorre a vaporização e na saída a condensação.

3. Avaliar o conhecimento da condição para não ocorrer o fenômeno de supercavitação

$$p_{abs} > p_{vapor}.$$

4. Avaliar a utilização da equação da energia para a determinação da pressão na entrada da bomba

$$H_{inicial} = H_{entrada} + H_{p_{AB}}$$

ADOTANDO PHR na seção inicial e trabalhando na escala efetiva, temos:

$$0 = Z_0 + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} + H_{p_{AB}}$$

$$H_{p_{AB}} = f \times \frac{(L + E_{eq})_{AB}}{D_{HAB}} \times \frac{Q^2}{2g A_{AB}^2}$$

(Labels for the equation above:   
 -  $f$ : obtido questão anterior   
 -  $(L + E_{eq})_{AB}$ : dado   
 -  $D_{HAB}$ : dado   
 -  $Q^2$ : obtido questão anterior   
 -  $2g A_{AB}^2$ : dado

5. Avaliar a obtenção da pressão absoluta:  $p_{abs} = p + p_{atm.}$

onde:  $p_{atm} = h_{\text{anm}} \times \rho_{Hg} \times g$

$\rho_{Hg}$ : dado   
  $g$ : dado   
  $h_{\text{anm}}$ : p/ 20°C.

PENSAR em dar

esta questão, onde

fornece  $\alpha$  e  $K$  e a fórmula  
p/ achar o "f"



IMPORTANTE

seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom

## OBJETIVOS DA 5ª QUESTÃO:

1. Obter os comprimentos equivalentes nas tabelas da Mipel e Tupy.

2. Escrever a equação da CCI em função do coeficiente de perda de carga distribuída "f" e em função da "Q"

$$H_{inicial} + H_{sistema} = H_{final} + H_{p_{total}}$$

$$H_s = (z_f - z_i) + \left( \frac{p_f - p_i}{\rho} \right) + \frac{\alpha v^2}{2g} + f \cdot \frac{(L + \sum L_{eq}) D \cdot v^2}{D_H \cdot 2g}$$

$$H_s = (z_f - z_i) + \left( \frac{p_f - p_i}{\rho} \right) + \frac{\alpha Q^2}{2g A^2} + f \cdot \frac{(L + \sum L_{eq}) \cdot Q^2}{D_H \cdot 2g A^2}$$

3. Poderíamos também lembrar o conceito de carga estática.

$$H_{estática} = (z_f - z_i) + \left( \frac{p_f - p_i}{\rho} \right)$$



## OBJETIVOS DA 6ª QUESTÃO:

1. Aplicar as sugestões para se evitar a cavitação no exercício, ou seja:
  - 1.1. Retirar a válvula globo da sucção e instalá-la no recalque.
  - 1.2. Aumentar o diâmetro de sucção para um imediato superior ao do recalque.
  - 1.3. Na forma B diminuir o tamanho (altura) da base e isto irá reduzir o Zentrada e o Lentrada.

IMPORTANTE

procurar aplicar na questão.