

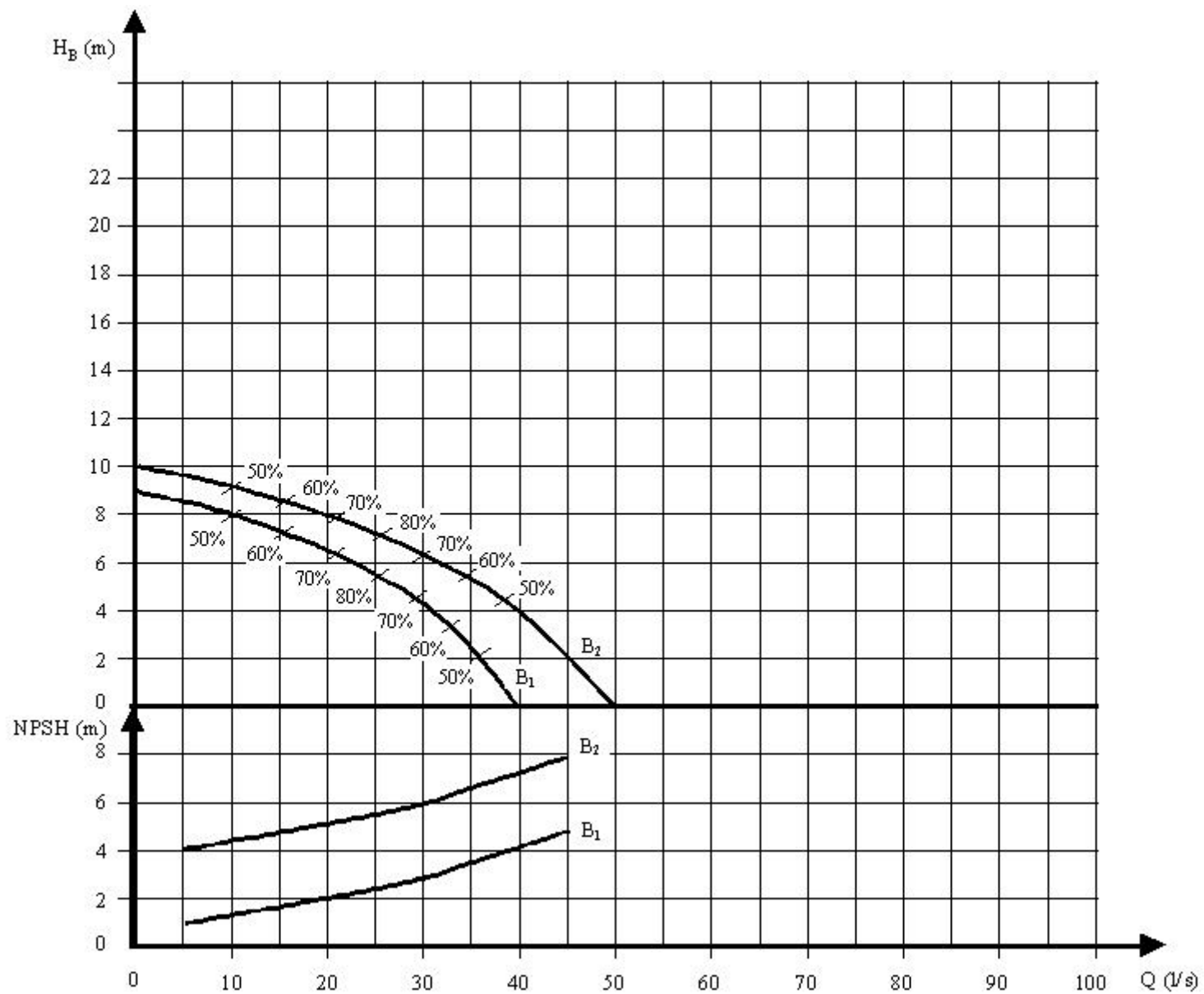
Décima terceira aula

13/05/2008

Resolução da 16ª atividade

Para as bombas hidráulicas cujas CCB são fornecidas no próximo slide, pede-se determinar o ponto de trabalho, quando as mesmas são associadas em paralelo e quando para esta situação se tem a CCI originando as características a seguir.

Q(l/s)	H _{SA} (m)
0	2
20	2,5
40	4,0
60	7,5
80	12



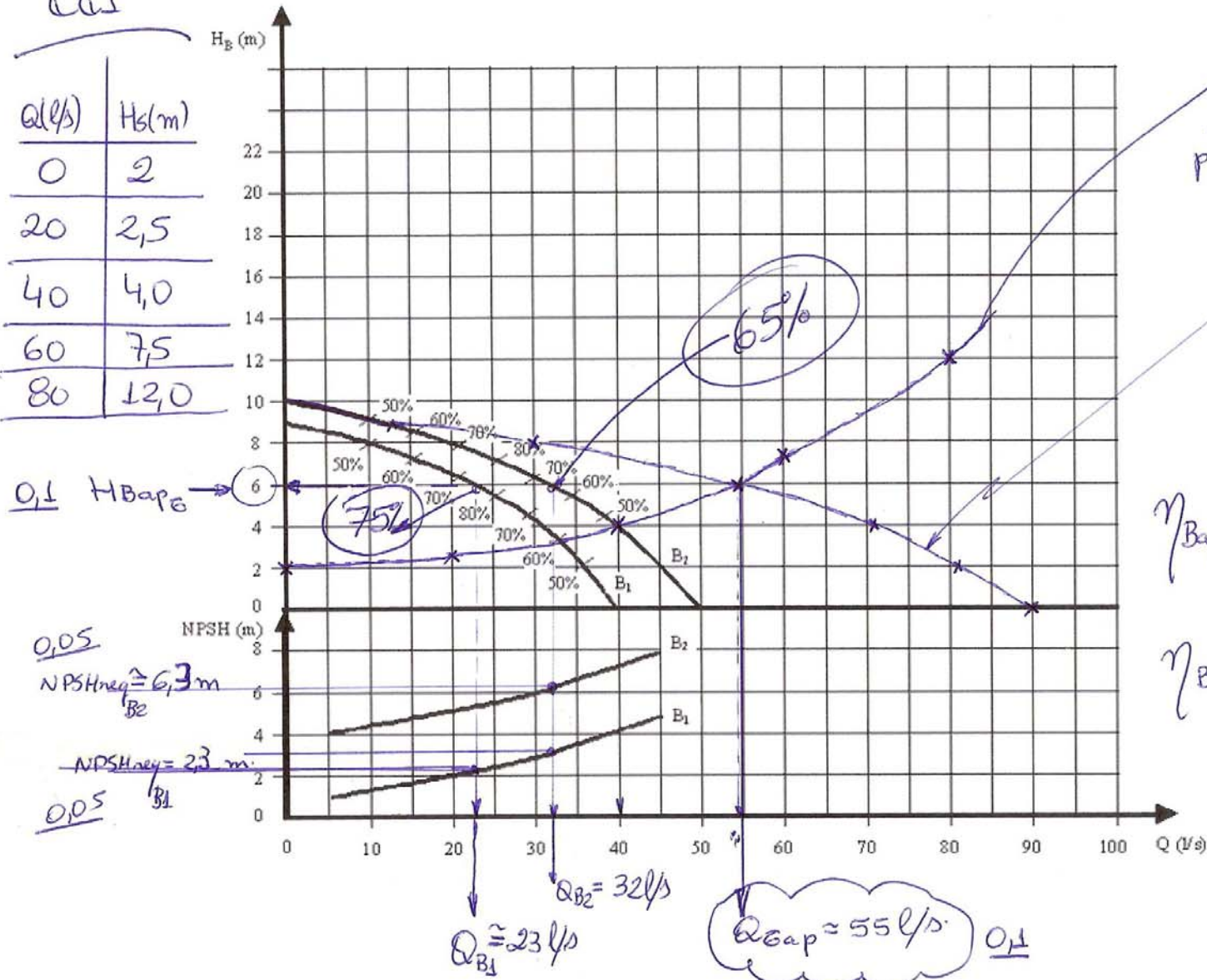
Solução

1. Para o mesmo H_B soma-se as vazões, obtendo-se H_{Bap} e a Q_{ap} .
2. Traça-se a CCB da associação em paralelo.
3. Traça-se a CCI e no cruzamento desta com a CCB_{ap} se obtém parte do ponto de trabalho, Q_{ap} , H_{Bap} e os $NPSH_{requeridos}$.
4. No cruzamento da reta que especifica o H_{Bap} com as CCBs da B_1 e B_2 se determina η_{B1} , Q_1 , Q_2 e η_{B2} e estes permitem calcular o rendimento da associação em paralelo (η_{Bap})

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

CCI

Q (l/s)	H _s (m)
0	2
20	2,5
40	4,0
60	7,5
80	12,0



CCI da associação paralelo.

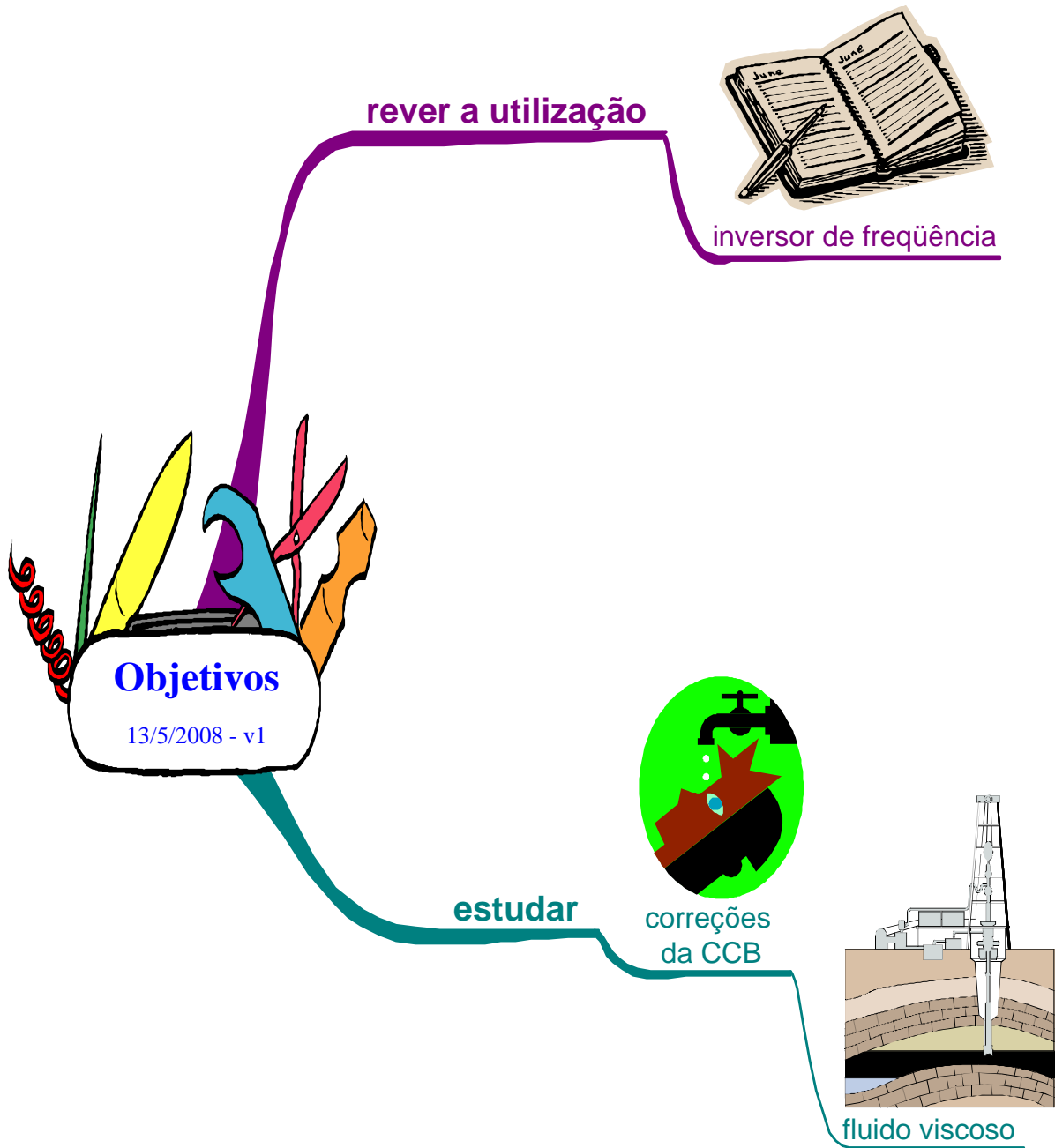
CCB da associação paralela

$$\eta_{Bap} = \frac{Q_{ap}}{\frac{Q_{B1}}{\eta_{B1}} + \frac{Q_{B2}}{\eta_{B2}}}$$

$$\eta_{Bap} = \frac{55}{\frac{23}{75} + \frac{32}{65}}$$

$\eta_{Bap} \approx 68,8\%$

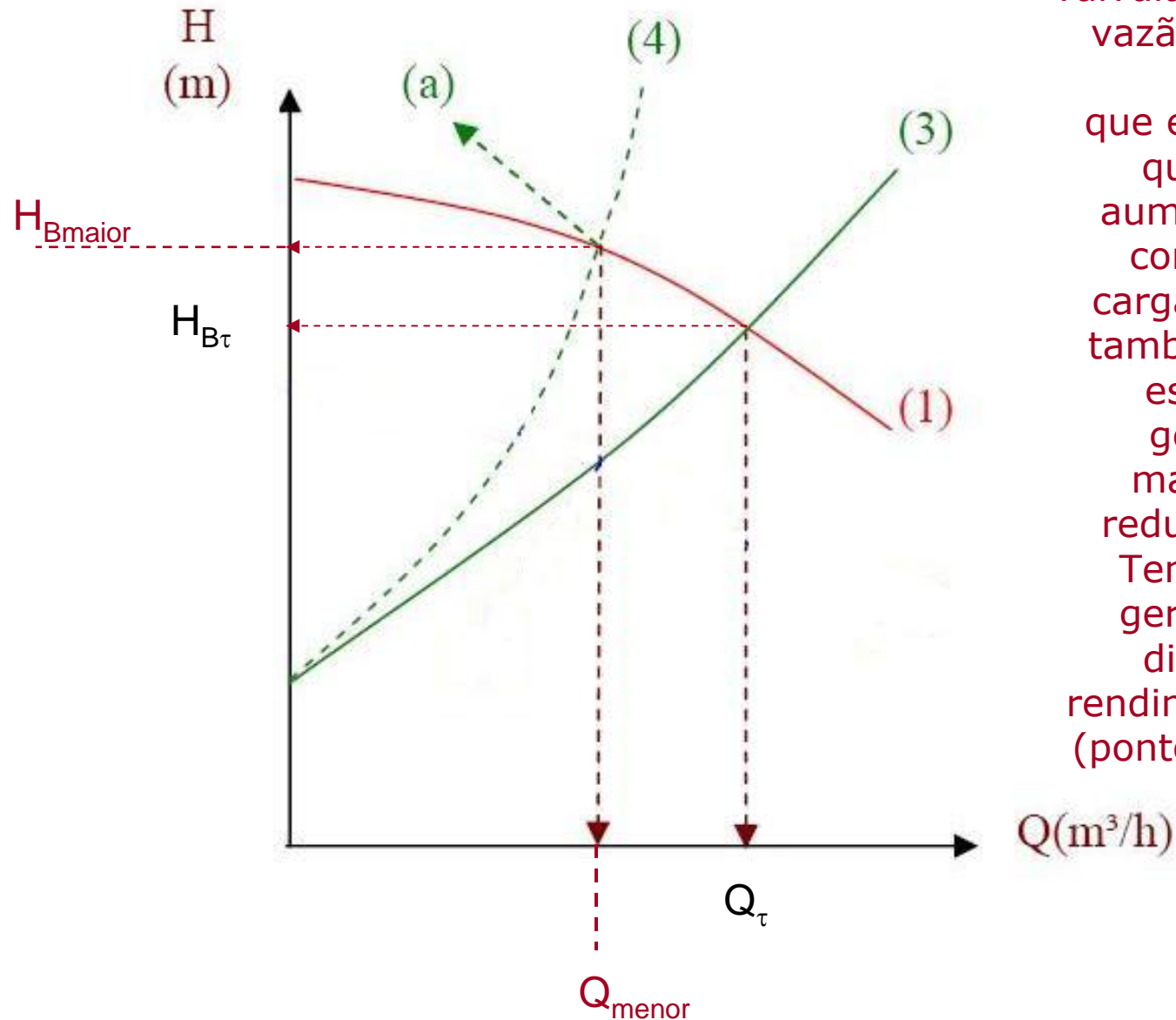
0,2



Inversor de freqüência

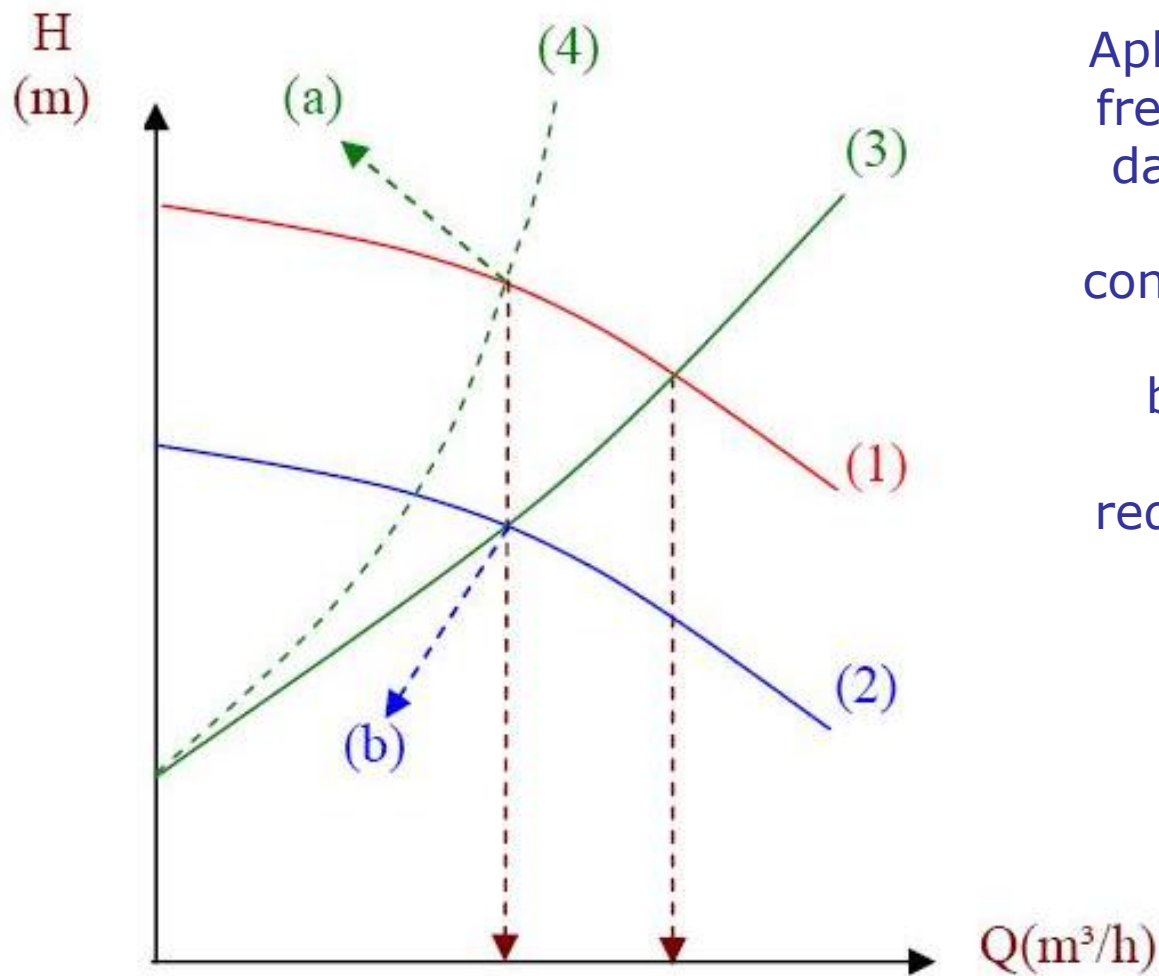
Uma das aplicações básicas do inversor de freqüência é para diminuir a vazão de escoamento de um fluido em uma instalação de bombeamento sem recorrer ao fechamento da válvula controladora da vazão.

Fechando a válvula controladora de vazão



CCI obtida com a válvula controladora da vazão parcialmente aberta, o que equivale a dizer que as perdas aumentaram e em consequência a carga manométrica também aumentou, este aumento geralmente é maior do que a redução da vazão. Tem-se também geralmente uma diminuição do rendimento da bomba (ponto de trabalho a)

Utilizando o inversor de frequência



Aplica-se o inversor de frequência na redução da vazão e obtém-se uma redução do consumo de energia no acionamento da bomba, já que ele irá propiciar uma redução da rotação da mesma.

$$n_i = \frac{120 \times f}{p}$$

Na utilização do inversor de frequência deve-se recorrer à análise dimensional e considerar que:

$$H_{B_p} = H_{B_m} \times \left(\frac{n_p}{n_m}\right)^2 ; Q_p = Q_m \times \frac{n_p}{n_m} ; N_{B_p} = N_{B_m} \times \left(\frac{n_p}{n_m}\right)^3$$

e

$$\eta_m = \eta_p$$

A igualdade $\eta_m = \eta_p$ mencionada anteriormente geralmente é usada, porém é importante também calcular o rendimento pela expressão empírica, onde o índice "x" indica a bomba com a nova rotação. (Macintyre, Archibald Joseph - Bombas e Instalações de Bombeamento - editado pela Guanabara Dois - sexta edição)

$$\eta_x = 1 - (1 - \eta) \times \left(\frac{n}{n_x} \right)^{0,1}$$

A potência consumida pode ser calculada dividindo-se a potência nominal da bomba pelo rendimento do motor elétrico.

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

$$N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B}$$

Correções das curvas características da bomba ao se transportar um fluido viscoso

Deve-se lembrar que as curvas fornecidas pelos fabricantes de bombas hidráulicas em seus catálogos foram levantadas para a água com as seguintes características:

- massa específica (ou densidade) igual a 1000kg/m^3
- viscosidade absoluta (ou dinâmica) até $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Portanto, a decisão se haverá necessidade, ou não, de correção das curvas é tomada comparando-se a viscosidade do fluido a ser transportado com a viscosidade de referência, onde se a viscosidade dele for menor ou igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ e a densidade diferente de 1000 kg/m^3 , não haverá necessidade de correção das curvas, mas somente da potência da bomba, já que:

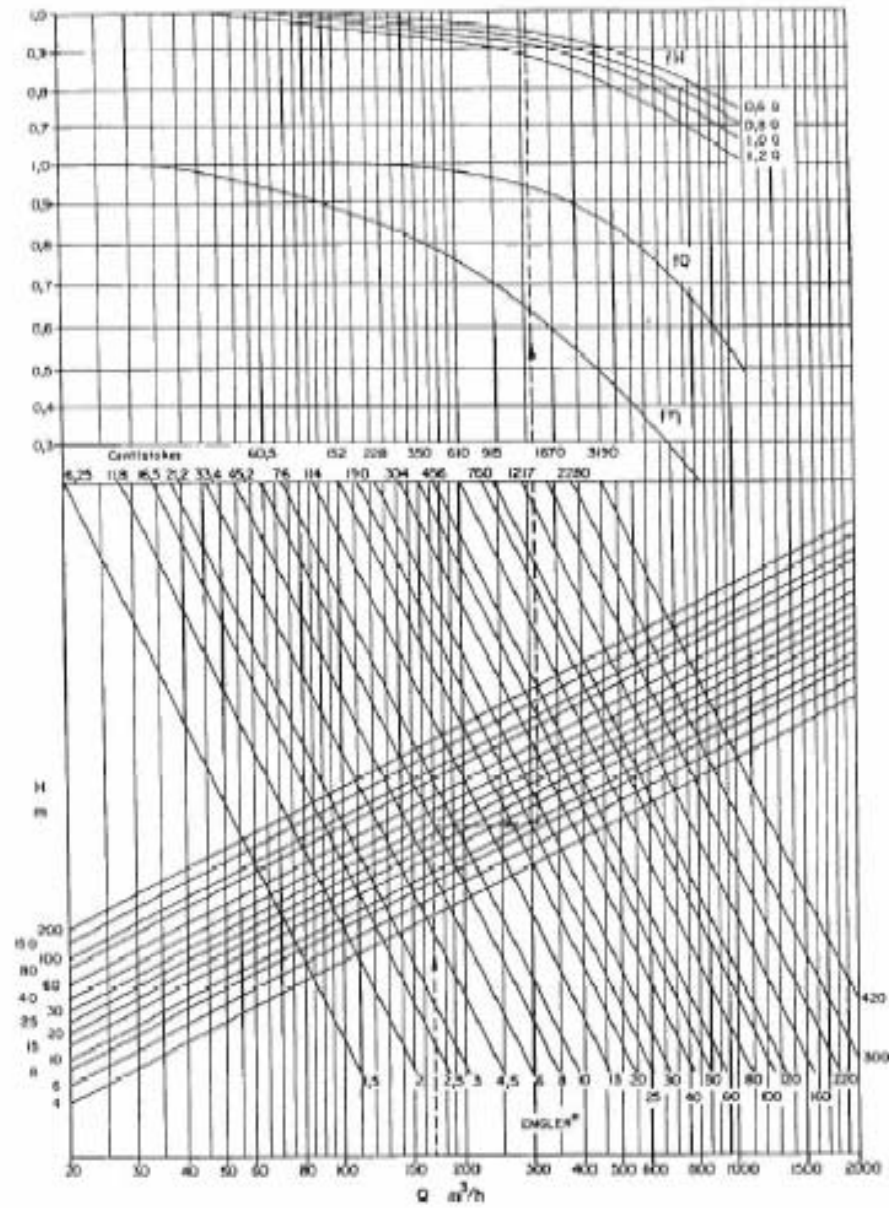
$$N_B = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B}$$

Se por outro lado a viscosidade for superior a $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, haverá a necessidade, além da correção da potência da bomba, da correção das curvas e neste caso recorre-se aos coeficientes de correção, os quais são determinados pela diagrama 1 apresentado no próximo slide:

$$C_{\eta} = \frac{\eta_{B_v}}{\eta_{B_{\text{água}}}} \text{ que corrige o rendimento;}$$

$$C_Q = \frac{Q_v}{Q_{\text{água}}} \text{ que corrige a vazão;}$$

$$C_H = \frac{H_{B_v}}{H_{B_{\text{água}}}} \text{ que corrige a carga manométrica.}$$



Diagnama 1

É importante notar que sempre haverá duas possibilidades para se efetuar as correções mencionadas.

1ª - A instalação de bombeamento já existe e deixará de transportar água para transportar um fluido viscoso.

2ª - A instalação está sendo projetada.

Procedimentos para correção das curvas em uma instalação já em operação

Ler através das curvas características da bomba a vazão, a carga manométrica e o rendimento correspondente para o ponto de máxima eficiência (máximo rendimento).

O ponto anterior será o ponto de referência que geralmente é denominado pelo fabricante de ponto de projeto, onde a vazão irá corresponder a $1,0*Q$; a partir dela calcula-se: $0,6*Q$; $0,8*Q$ e $1,2*Q$ e para cada uma delas lê-se nos gráficos do fabricante os valores da carga manométrica e do rendimento correspondentes.

Com as informações anteriores, inicia-se o preenchimento da tabela apresentada no próximo slide.

	$0,6*Q$	$0,8*Q$	$1,0*Q$	$1,2*Q$
$Q(m^3/h)$				
$H_B (m)$				
$\eta_B (\%)$				
C_η				
C_Q				
C_H				
$Q*C_Q$				
H_B*C_H				
η_B*C_η				

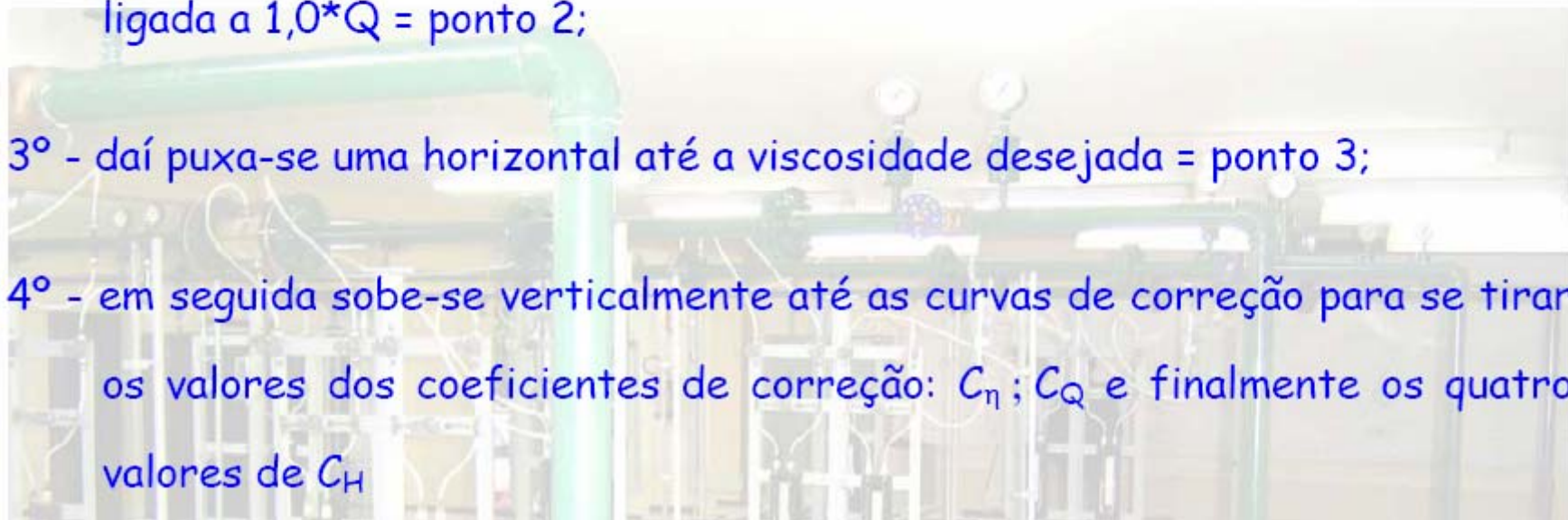
onde os coeficientes C_Q ; C_H e C_η são determinados através do gráfico representado pelo diagrama 2 para obtenção dos coeficientes de correção, onde:

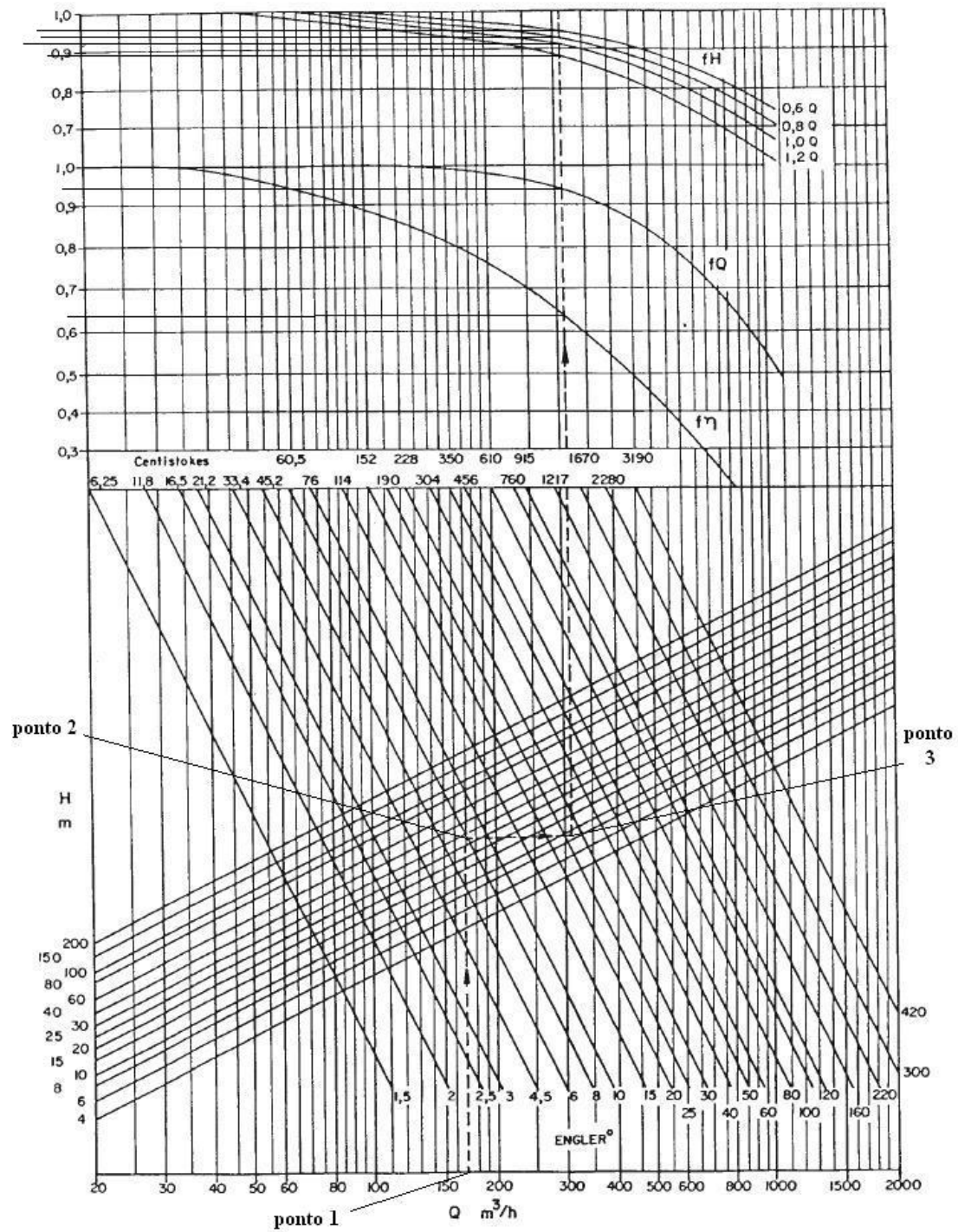
1º - marca-se a vazão do ponto de máximo rendimento ($1,0*Q$) = ponto 1;

2º - sobe-se verticalmente até o ponto correspondente a carga manométrica ligada a $1,0*Q$ = ponto 2;

3º - daí puxa-se uma horizontal até a viscosidade desejada = ponto 3;

4º - em seguida sobe-se verticalmente até as curvas de correção para se tirar os valores dos coeficientes de correção: C_η ; C_Q e finalmente os quatro valores de C_H





Para obtenção das novas curvas $H_B = f(Q)$ e $\eta_B = f(Q)$ basta localizar os quatro pontos da tabela anterior.

Para acessar um exemplo de aplicação consulte o endereço:

<http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/correções%20das%20ccbs.pdf>