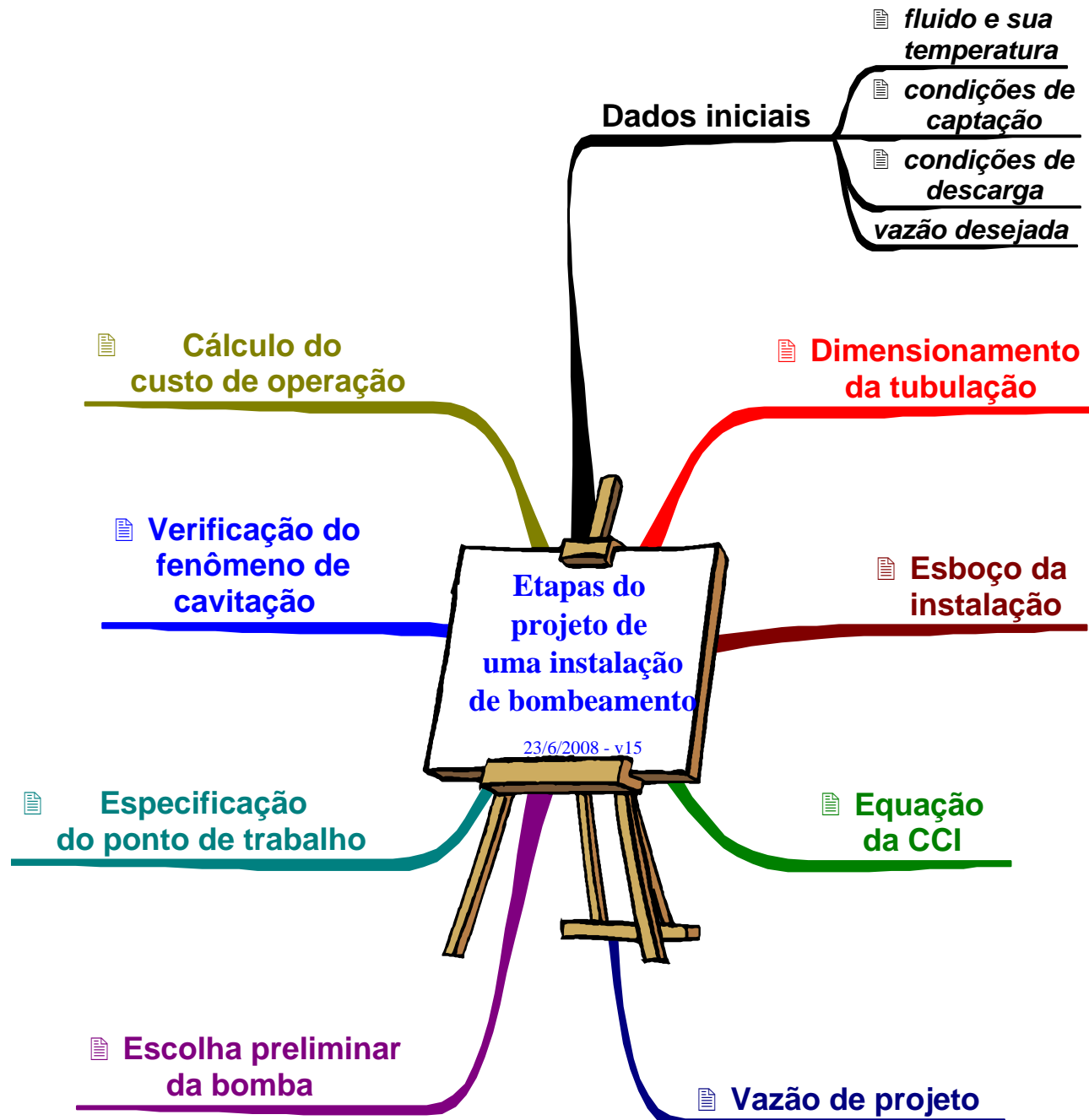


Quinta aula

09/09/2008



Vazão de projeto

Para prever o envelhecimento da instalação deve-se para a escolha da bomba, ou até mesmo para a determinação da vazão em queda livre, trabalhar com a chamada vazão de projeto, que pode ser determinada da seguinte forma:

$$Q_{\text{projeto}} = (\text{fator de segurança}) \times Q_{\text{desejada}}$$

onde o fator de segurança é no mínimo 1,1 e se possível não acima de 1,2.

Escolha preliminar da bomba

Inicia-se escolhendo o fabricante da bomba hidráulica, por exemplo: KSB.

Em seguida, através da aplicação da instalação a ser projetada escolhe-se o modelo preliminar da bomba (vide próximo slide).

SEGMENTOS DE MERCADO / APLICAÇÕES

- Água
 - Captação
 - Tratamento
 - Distribuição
 - Abastecimento
- Açúcar e Alcool
- Alimentação de Caldeira/Condensado
- Alimentos e Bebidas
- Ar Condicionado
- Combate a Incêndio
- Doméstico / Lazer
- Drenagem e Esgotamento
- Edifícios e Construção Civil
- Efluentes / Captação / Tratamento
- Esgoto e Águas Servidas
- Hidroelétricas
- Irrigação
 - Aspersão / Gotejamento
 - Pivot
 - Inundação
- Mineração
 - Processo
 - Auxiliares
- Offshore
- Óleo Térmico e Vapor
- Papel e Celulose
- Poços Profundos
- Processos Industriais
- Química / Petroquímica
- Refinarias - Hidrocarbonos
- Refinarias - Auxiliares
- Termoelétricas
- Torres de Resfriamento

exemplo

LINHA DE PRODUTOS



SEGMENTOS DE MERCADO / APLICAÇÕES

- Água
 - Captação
 - Tratamento
 - Distribuição
 - Abastecimento
- Açúcar e Alcool
- Alimentação de Caldeira/Condensado
- Alimentos e Bebidas
- Ar Condicionado
- Combate a Incêndio
- Doméstico / Lazer
- Drenagem e Esgotamento
- Edifícios e Construção Civil
- Efluentes / Captação / Tratamento
- Esgoto e Águas Servidas
- Hidroelétricas
- Irrigação
 - Aspersão / Gotejamento
 - Pivot
 - Inundação
- Mineração
 - Processo
 - Auxiliares
- Offshore
- Óleo Térmico e Vapor
- Papel e Celulose
- Poços Profundos
- Processos Industriais
- Química / Petroquímica
- Refinarias - Hidrocarbonos
- Refinarias - Auxiliares
- Termoelétricas
- Torres de Resfriamento

Química / Petroquímica

Bombas

- KSB Meganorm
- KSB Meganorm Extension
- KSB Megachem**
- KSB Megachem V
- KSB ETA
- KSB CPK
- KSB KRT
- KSB KRT Drainer
- KSB RPH - KSB RPHb
- KSB RDL
- KSB RDL V
- KSB B
- KSB WKB
- KSB WKT
- KSB Etaseco
- KSB Etanorm SY
- KSB Magnochem

Válvulas Borboletas

- KSB Isoria
- KSB Acris

exemplo

LINHA DE PRODUTOS





Clicar aqui

Manual de Curvas Características

Manual Técnico

Manual de Serviço

Aplicação

A bomba centrífuga KSB Megachem é recomendada para o bombeamento de produtos químicos e inorgânicos, óleo, água, condensado e outros líquidos, para os seguintes campos de aplicação:

- Química e Petroquímica

Descrição Geral

Horizontal, simples estágio, sucção simples horizontal e descarga vertical, o projeto "back-pull-out" permite a manutenção e serviços de reparo pela parte traseira, sem desconectar a tubulação.

Dimensionalmente construída conforme DIN 24256 / ISO 2858 e mecanicamente conforme ANSI B 73.1.

Dados de Operação

Tamanhos	- DN 32 até 150
Vazões	- até 700 m ³ /h
Elevações	- até 140 m
Temperaturas	- até 350 °C
Pressão máxima de sucção	- 10 bar
Pressão de operação	- até 24 bar
Rotações	- até 3.500 rpm

Após a escolha do fabricante e do modelo,

aplica-se a vazão de projeto (Q_{projeto}) na equação da CCI e aí se obtém a carga manométrica de projeto ($H_{B\text{projeto}}$), com o par de ordenadas (Q_{projeto} , $H_{B\text{projeto}}$), pode-se selecionar a bomba através do diagrama de tijolos, os quais geralmente são fornecidos para duas rotações nominais.

Exemplo:

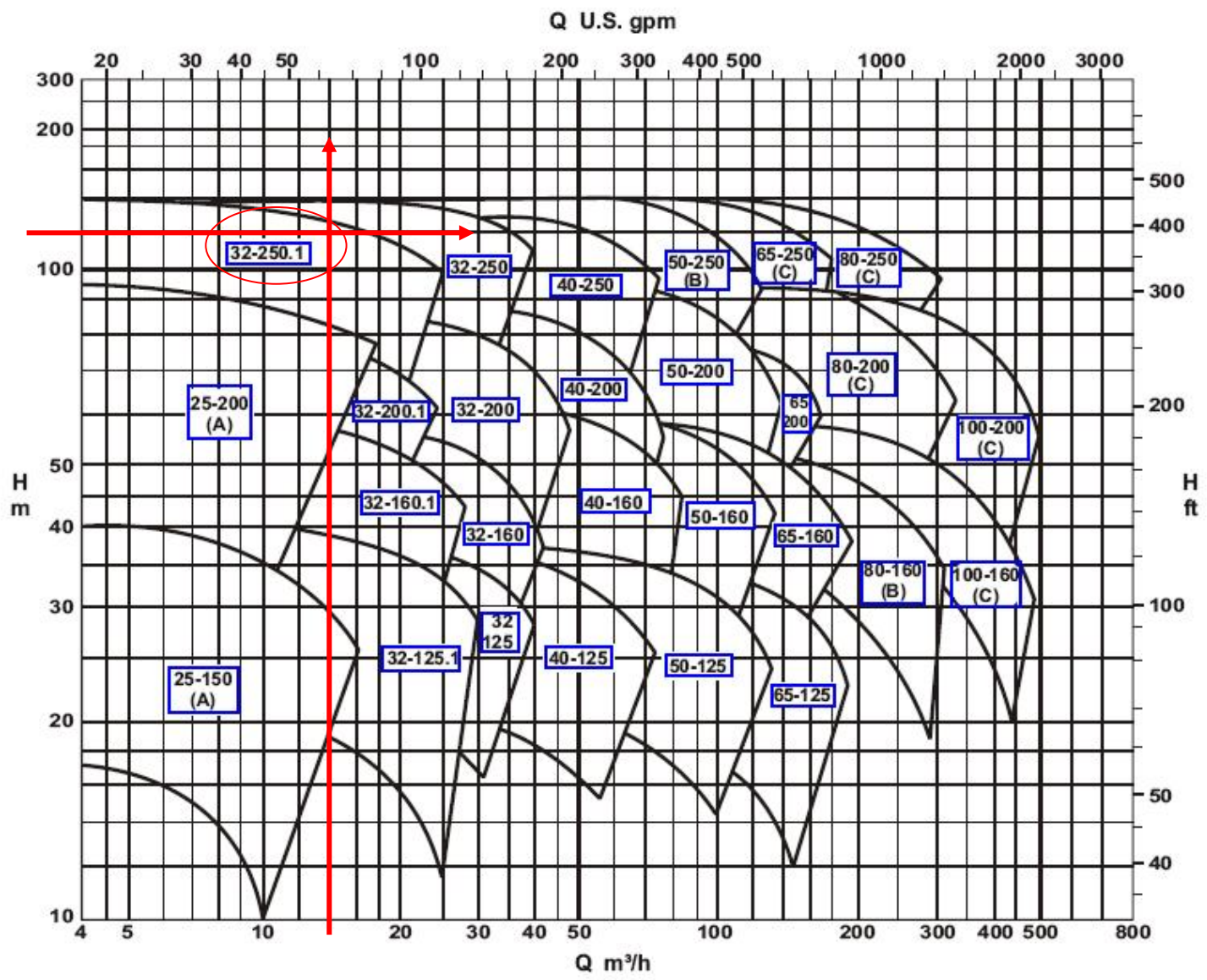
$$Q_{\text{projeto}} = 14 \text{ m}^3/\text{h} \text{ e } H_{B\text{projeto}} = 120 \text{ m}$$

Bomba Tipo
 Pump Type
 Tipo de Bomba

KSB MEGANORM
KSB MEGABLOC
KSB MEGACHEM
KSB MEGACHEM V

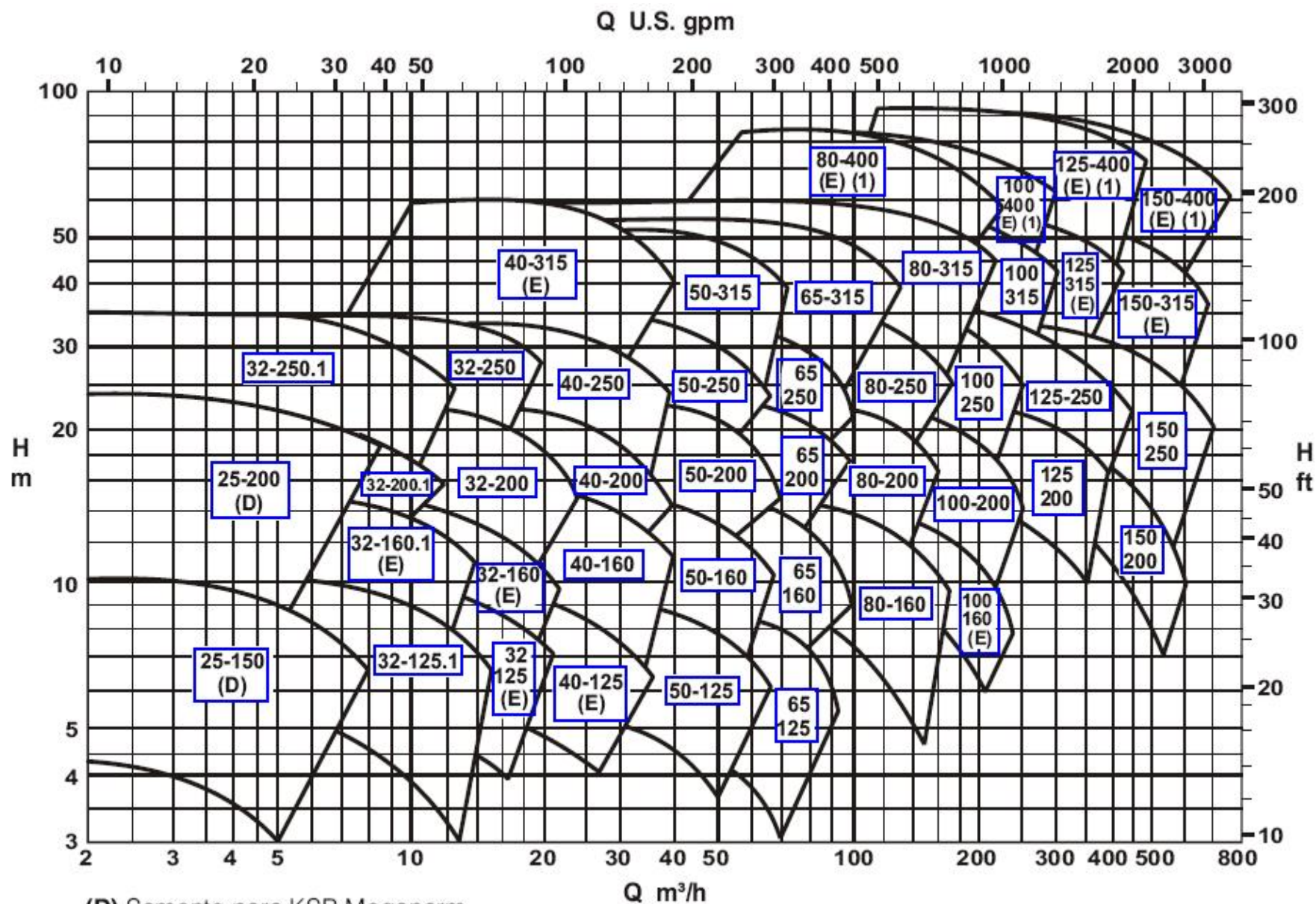
Campo de Aplicação
 Selection Charts
 Campo de Aplicación

60 Hz



- (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



(D) Somente para KSB Meganorm.

(E) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.

(1) Sob Consulta para KSB Megachem V.

Não serve
para o
exemplo dado

1.750 rpm

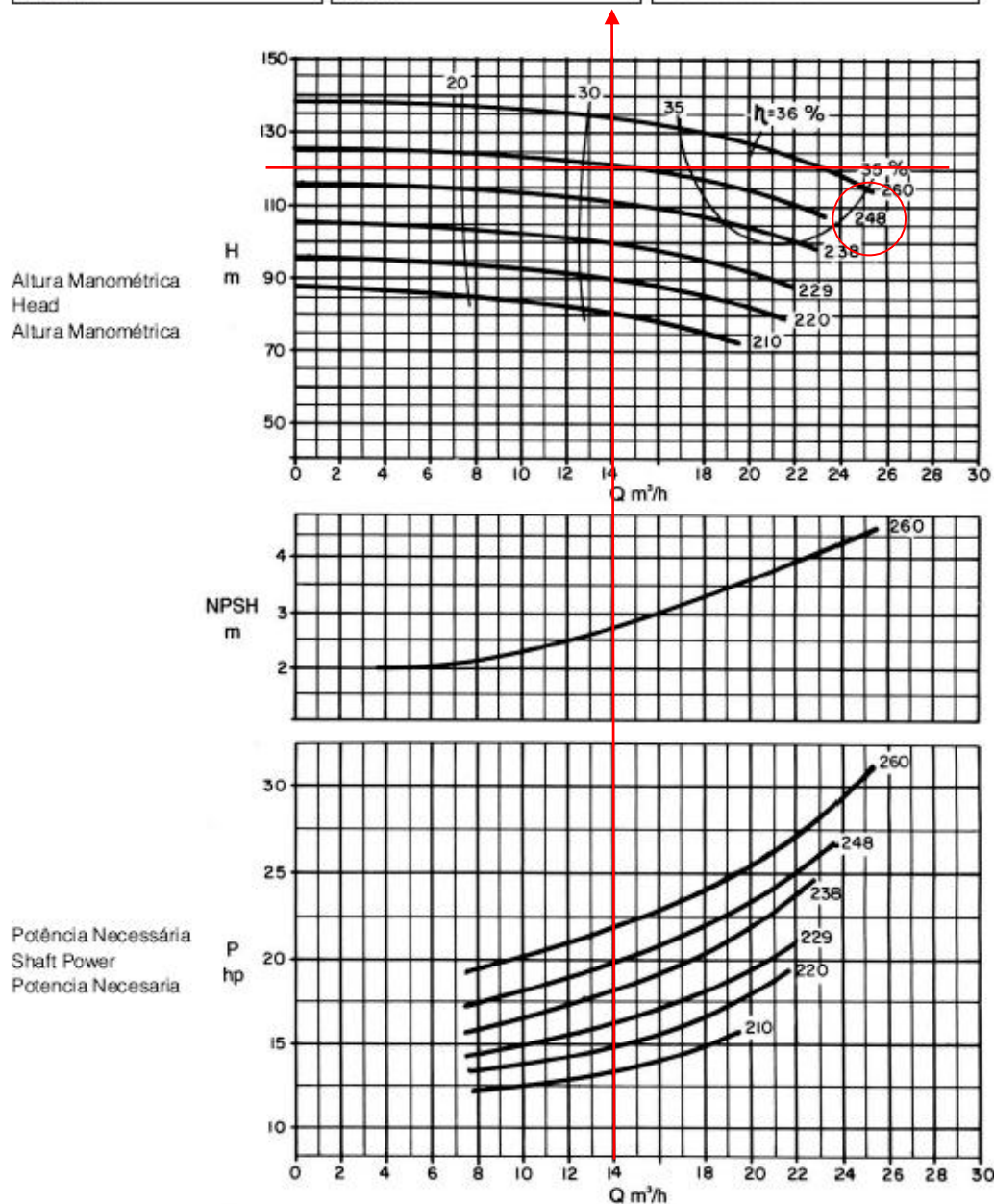
Para o exemplo dado não existe bomba para a rotação nominal de 1750 rpm, porém em casos onde se têm bombas tanto para 3500 rpm como para 1750 rpm, para a escolha de uma delas, deve

– se ter em mente que:

a bomba de 3500 rpm é mais barata, exige um motor de acionamento menor, portanto consome menos energia, porém tem muito mais desgaste que a de 1750 rpm, portanto, todas estas considerações mais a reserva contra a cavitação (fenômeno onde o fluido, de forma parcial ou total, é transformado em vapor em um processo isotérmico, devido a região com pressão menor ou igual a pressão de vapor) devem ser consideradas para a especificação da rotação nominal adequada.

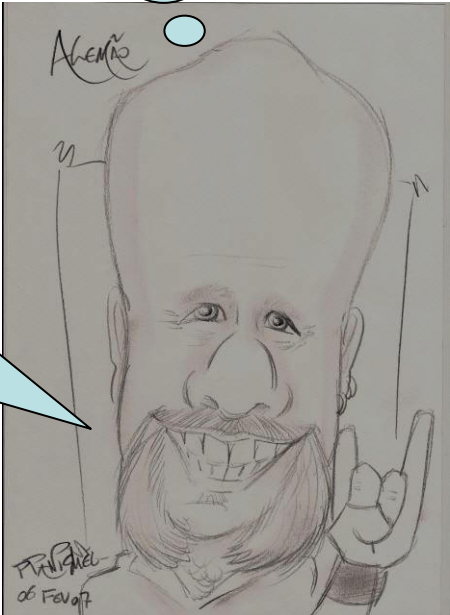
Escolhida a bomba, para o nosso exemplo é a KSB MEGACHEM 32-250.1, deve-se consultando o catálogo obter as curvas para os diversos diâmetros.

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGABLOC KSB MEGACHEM KSB MEGACHEM V	Tamanho Size Tamaño	32-250.1	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	



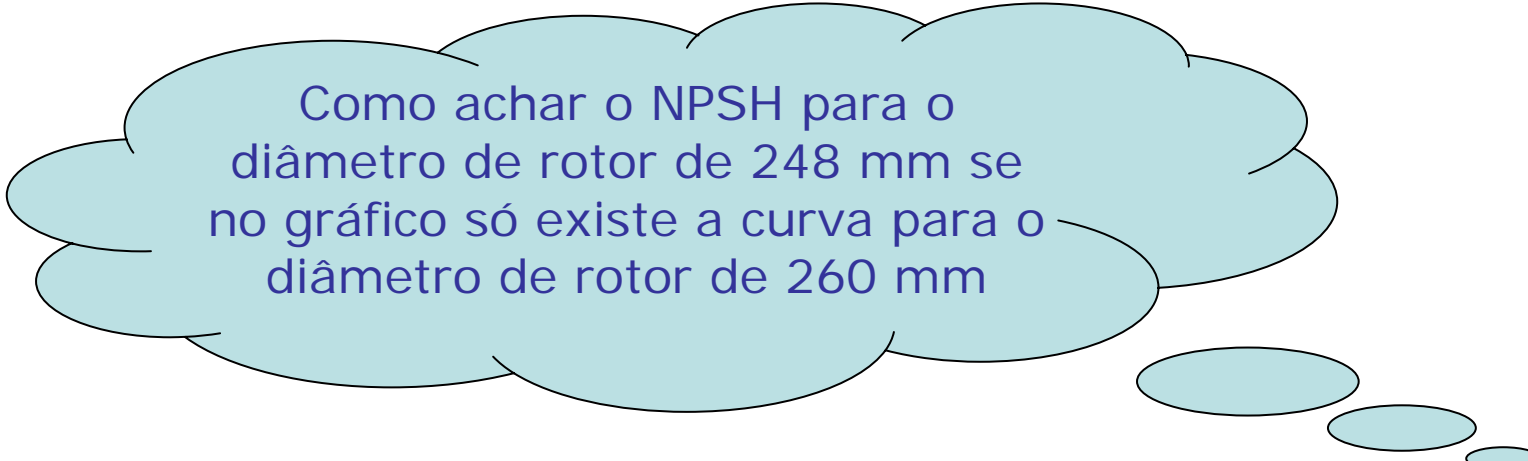
Agora é só escolher o diâmetro do rotor adequado e então se especifica o ponto de trabalho.

No caso é a de diâmetro de 248 mm



Escolhido o diâmetro do rotor, parte-se para a especificação do ponto de trabalho.

O ponto de trabalho é obtido no cruzamento da CCB com a CCI e neste cruzamento define-se: a vazão, a carga manométrica, o rendimento da bomba e o $NPSH_{requerido}$.



Como achar o $NPSH$ para o diâmetro de rotor de 248 mm se no gráfico só existe a curva para o diâmetro de rotor de 260 mm

Para responder ao questionamento anterior transcrevo a resposta que obtive da KSB

Entrando em contato com a KSB, fabricante de bombas hidráulicas, para esclarecimento do porque em muitas CCB só existir a curva do $NPSH_{req}$ para um único diâmetro, recebi a resposta abaixo:

Prezado Raimundo, a diferença entre os valores de NPSH para os diâmetros mínimos e máximo dos rotores é muito pequena, motivo pelo qual é apresentada apenas a curva com os valores maiores.

Atenciosamente,

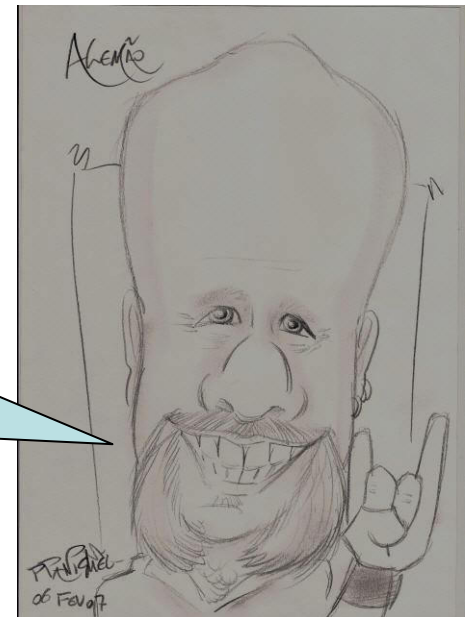
Paulo Sérgio F. de Vilhena
Gerente Setorial de Vendas
Distribuição -Building Service – Irrigação
KSB Bombas Hidráulicas S.A.
Fone: (11) 4596-8735
pvilhena@ksb.com.br

Verificação do fenômeno de cavitação

Cavitação = vaporização total, ou parcial do fluido na própria temperatura do escoamento devido a pressão local ser menor ou igual a pressão de vapor.

No caso das bombas as menores pressões ocorrem em seu interior.

Mas o que acontece em sua entrada?



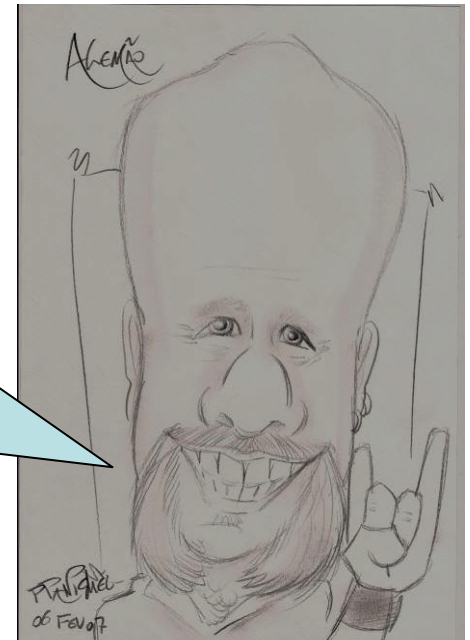
Supercavitação

É a cavitação na entrada da bomba.

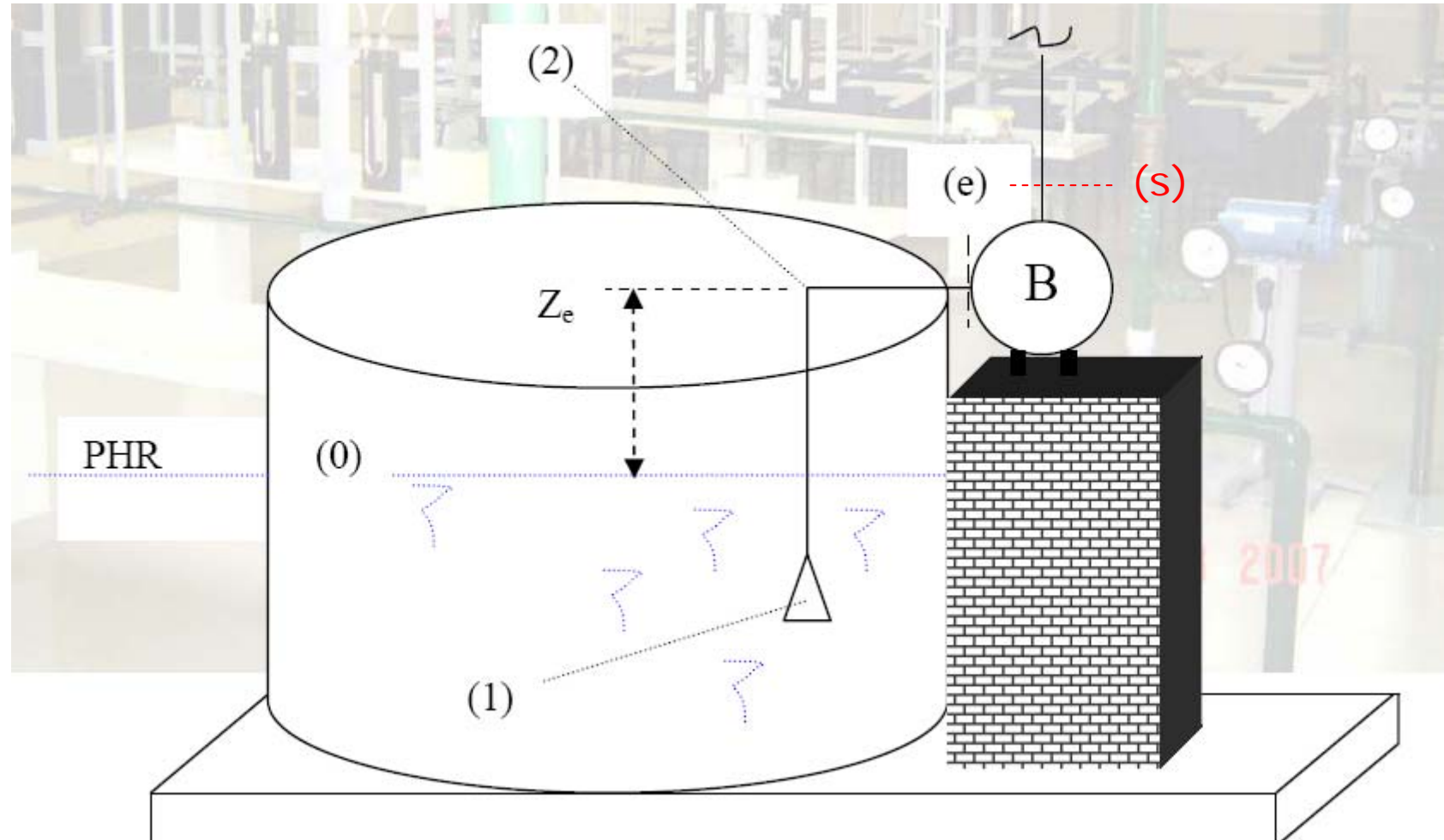
Se ele ocorrer, é considerado um erro grave do(a) projetista e neste caso se tem a pressão na entrada da bomba menor ou igual a pressão de vapor.

No caso d'água a pressão de vapor pode ser obtida no sítio:

http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/segundo2008/quadro_noticias.htm



Determinação da pressão na entrada da bomba, considerando o trecho da instalação representado a seguir.



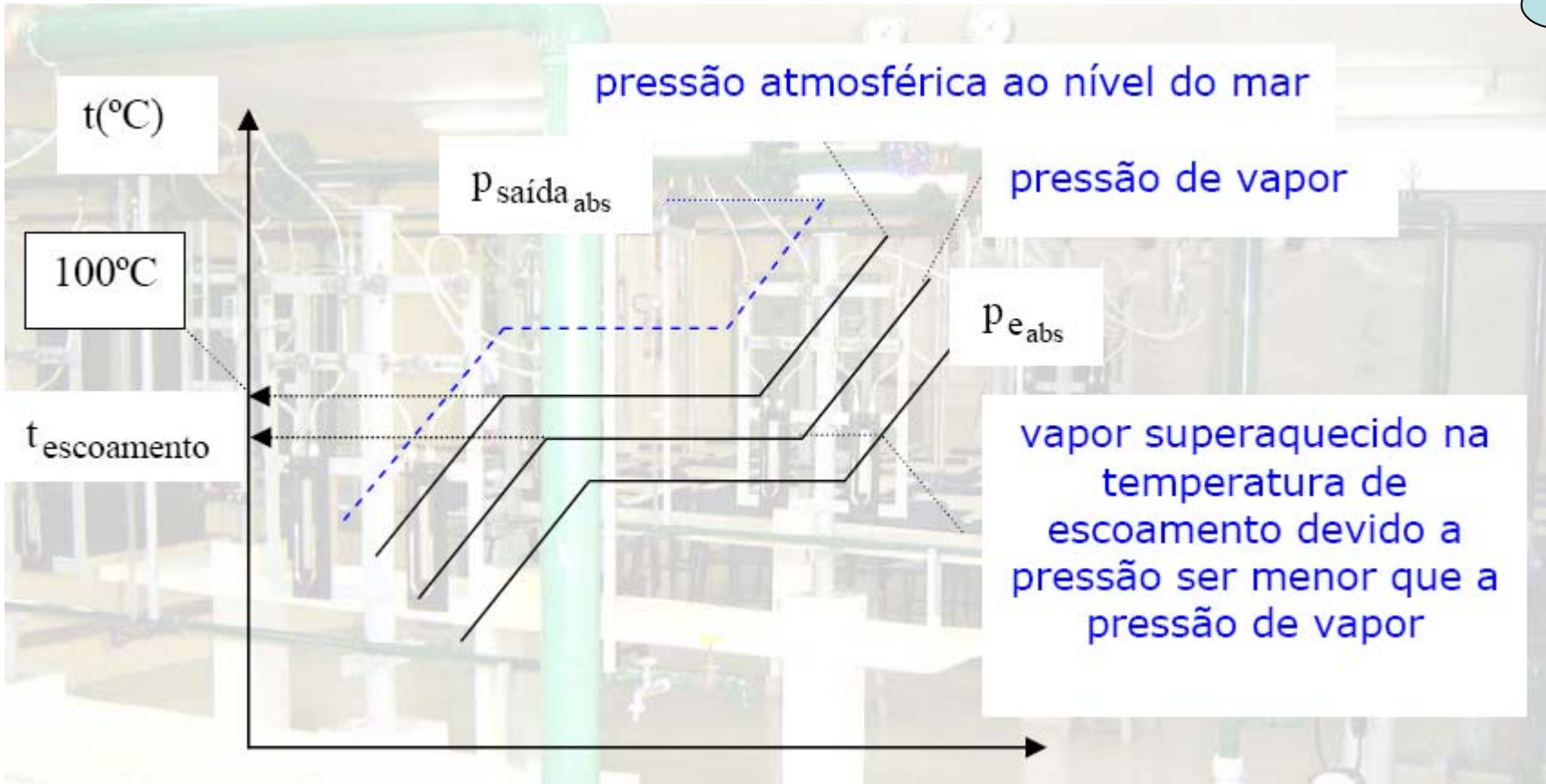
$$H_0 = H_e + H_{\text{pantes da bomba}}$$

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g} + f_{aB} \times \frac{(L + \sum L_{eq})_{aB}}{D_{HaB}} \times \frac{Q^2}{2g \times A_{aB}^2}$$

$$p_e = -\gamma \times \left[z_e + \frac{v_e^2}{2g} + f_{aB} \times \frac{(L + \sum L_{eq})_{aB}}{D_{HaB}} \times \frac{Q^2}{2g \times A_{aB}^2} \right]$$

$$p_e = -\gamma \times \left\{ z_e + \left[1 + f_{aB} \times \frac{(L + \sum L_{eq})_{aB}}{D_{HaB}} \right] \times \frac{Q^2}{2g \times A_{aB}^2} \right\}$$

Considerando a água ao nível do mar, tem a situação descrita pelo diagrama abaixo.



O diagrama anterior também nos auxilia a compreender que este fenômeno, no caso de instalações de bombeamento, é indesejável, já que na seção de saída da bomba sempre se tem a pressão maior que a pressão atmosférica e isto implica na condensação do vapor o que causa: um aumento da energia dissipada, uma diminuição do rendimento da bomba, ruídos indesejáveis, diminuição do tempo vida da bomba. ...

Visualizando os efeitos danosos da cavitação



Impulsor demonstrando estragos motivados por cavitação

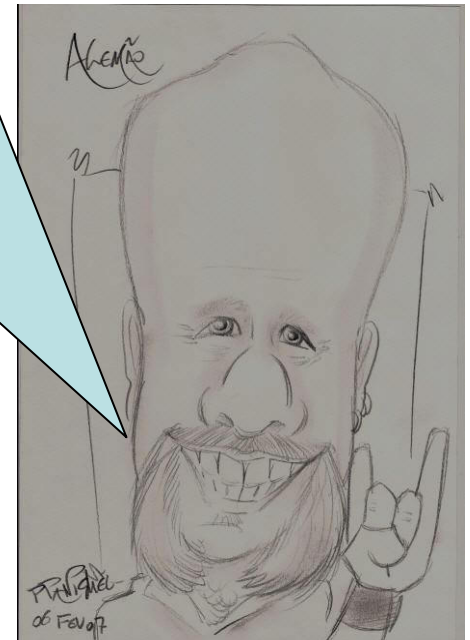
Cuidados preliminares para se evitar o fenômeno de cavitação

- dimensionar o diâmetro de recalque (após a bomba) e adotar para a tubulação antes da bomba (a_B) um diâmetro comercial imediatamente superior, isto acarretará uma menor perda de carga antes da bomba (este procedimento deve ser revisto no final do projeto);
- o comprimento da tubulação antes da bomba deve ser o menor possível;
 - na tubulação antes da bomba utiliza-se as singularidades estritamente necessárias o que garantirá que a somatória dos comprimentos equivalentes seja a menor possível $\sum L_{eq_{aB}}$;
- trabalhar com a cota da entrada (Z_e) menor possível, inclusive procurando trabalhar com a bomba afogada, que além de originar uma cota negativa, acaba evitando o uso da válvula de pé com crivo que é responsável por grande parte da perda antes da bomba.

É fundamental que se respondam as perguntas das páginas 93 e 94 da bibliografia básica e os testes dos sítios:

http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/segundo2007/teste_seu_aprendizado1_2_2007.htm

http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/segundo2007/teste_seu_aprendizado2_2007.htm



Como se trata de um fenômeno indesejável procura-se estabelecer a condição necessária e suficiente para que o mesmo não ocorra em bombas hidráulicas e esta condição pode ser assim representada:

$$\text{NPSH}_{\text{disponível}} > \text{NPSH}_{\text{requerido}}$$

O NPSH (net positive suction head) é também denominado de ALPS (altura líquida positiva de sucção) e é definido como sendo:

$$\text{NPSH}_{\text{requerido}} = H_{e_{\text{abs}}} - \frac{\rho_{\text{vapor}}}{\gamma}$$

O $NPSH_{\text{disponível}}$ deve ser calculado pelo(a) projetista.

$$NPSH_{\text{disponível}} = H_{o_{\text{abs}}} - H_{p_{aB}} - \frac{\rho_{\text{vapor}}}{\gamma}$$

$$NPSH_{\text{disponível}} = z_0 + \frac{\rho_{o_{\text{abs}}} - \rho_{\text{vapor}}}{\gamma} - f_{aB} \times \frac{(L + \sum L_{\text{eq}})_{aB}}{D_{HaB}} \times \frac{Q_{\tau}^2}{2g \times A_{aB}^2}$$

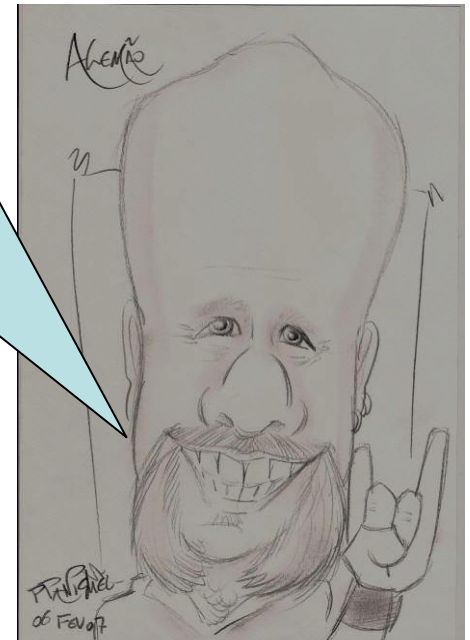
$z_0 \rightarrow$ obtido com o PHR no eixo da bomba

Importante : $NPSH_{\text{disponível}} - NPSH_{\text{requerido}} > 0$, o ideal $\geq 1,0\text{m}$

$NPSH_{\text{disponível}} - NPSH_{\text{requerido}} =$ reserva contra a cavitação

É fundamental que se respondam as perguntas das páginas 96 e 97 da bibliografia básica e os testes dos sítios:

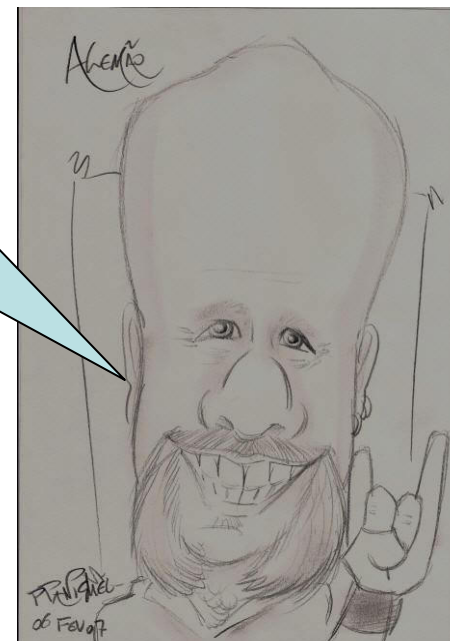
http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/segundo2007/teste_seu_aprendizado2_2007.htm



Não existem verdades absolutas

A observação anterior motiva a evolução e a revisões de conclusões, no caso da cavitação, possibilitou mudanças ...

E estas levaram a
criações de aplicações
onde o fenômeno de
cavitação é desejável,
isto porque acarreta
benefícios à
humanidade.



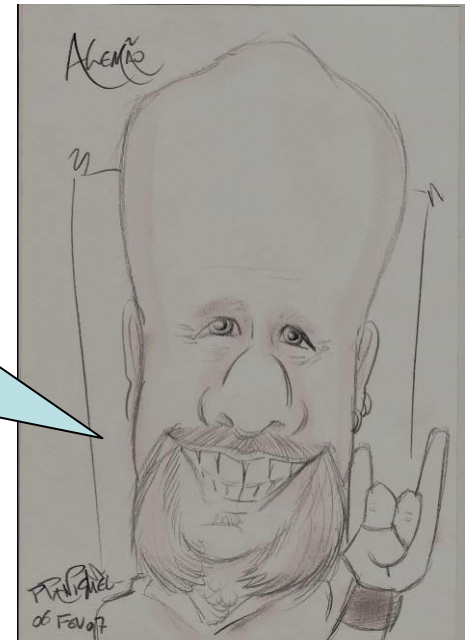
Aplicações da cavitação

- limpeza de superfícies por jatos cavitantes;
- homogeneização do leite (dispersão de partículas);
- massagens terapêuticas;
- produção de emulsões;
- destruição de bactérias;
- acelerar o processo de retirada de gás dissolvidos nos líquidos.

Portanto o fenômeno de cavitação deve ser melhor conhecido, tanto para reduzir os danos como para aproveitar seus benefícios.

Sugiro a leitura da dissertação: "O USO DA CAVITAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA A DESINFECÇÃO DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO" que foi defendida por Eliezer Fares Abdala Neto.

http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=288



Sugiro também a pesquisa
ao sítio:

<http://www.patentesonline.com.br/patente.pesquisar.do?pesquisa=cavitacao>