



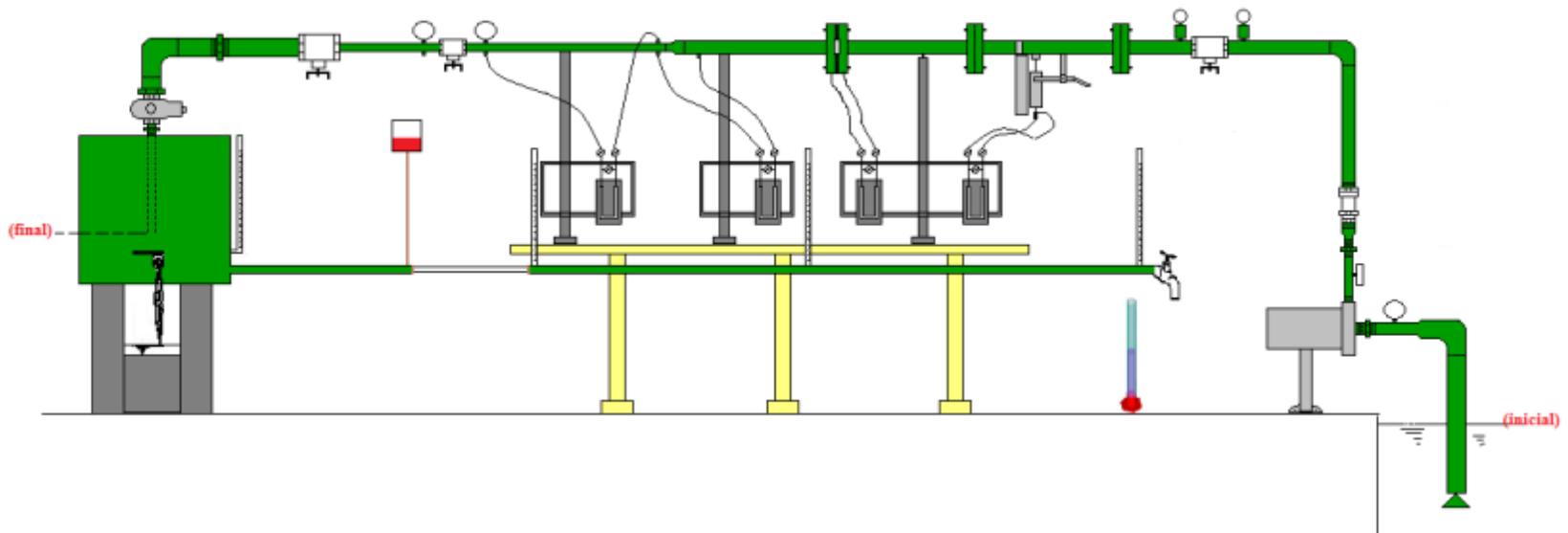
# **PRIMEIRA AULA DE TEORIA DA DISCIPLINA ME5330**

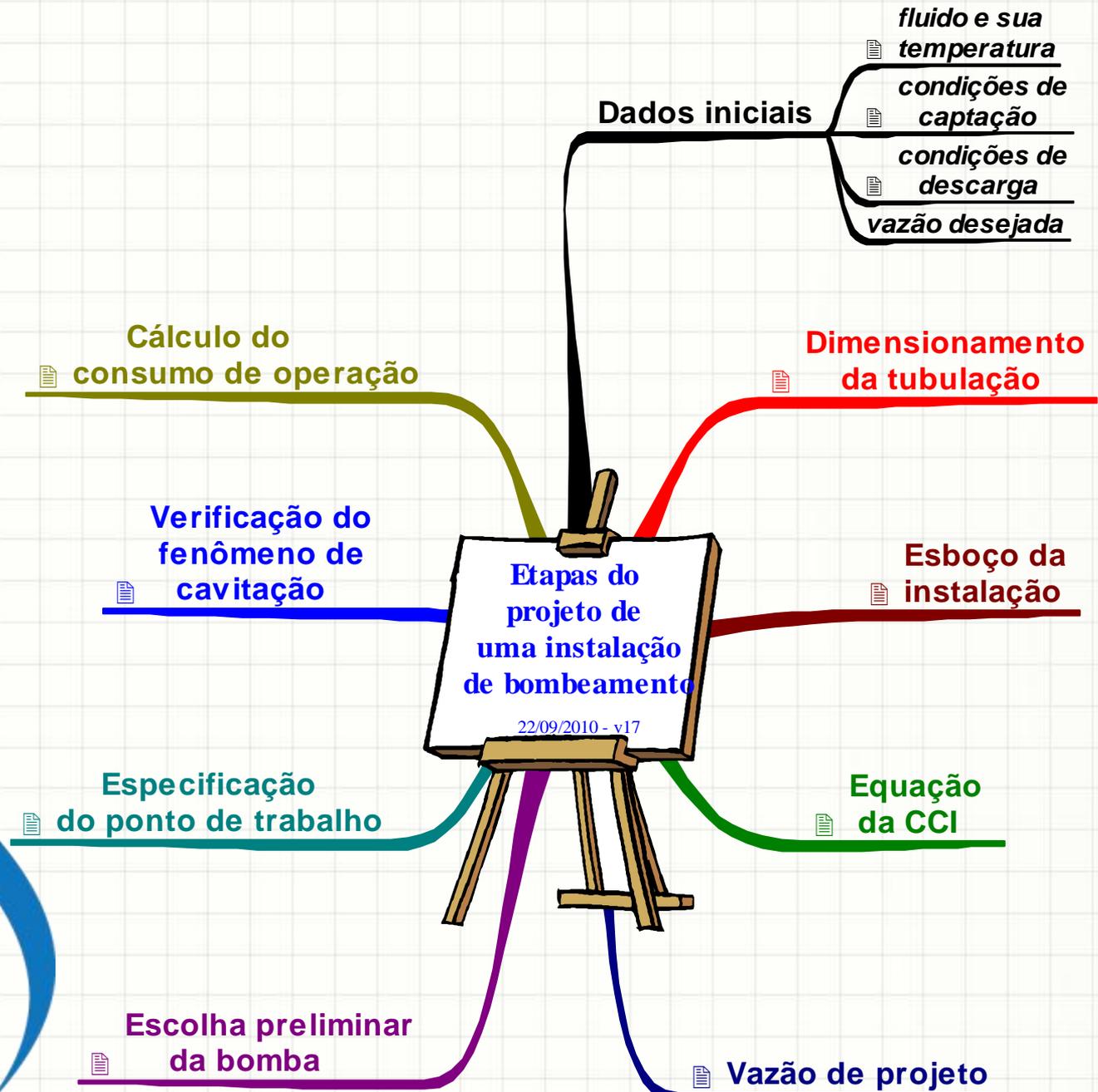
Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

06/08/2013

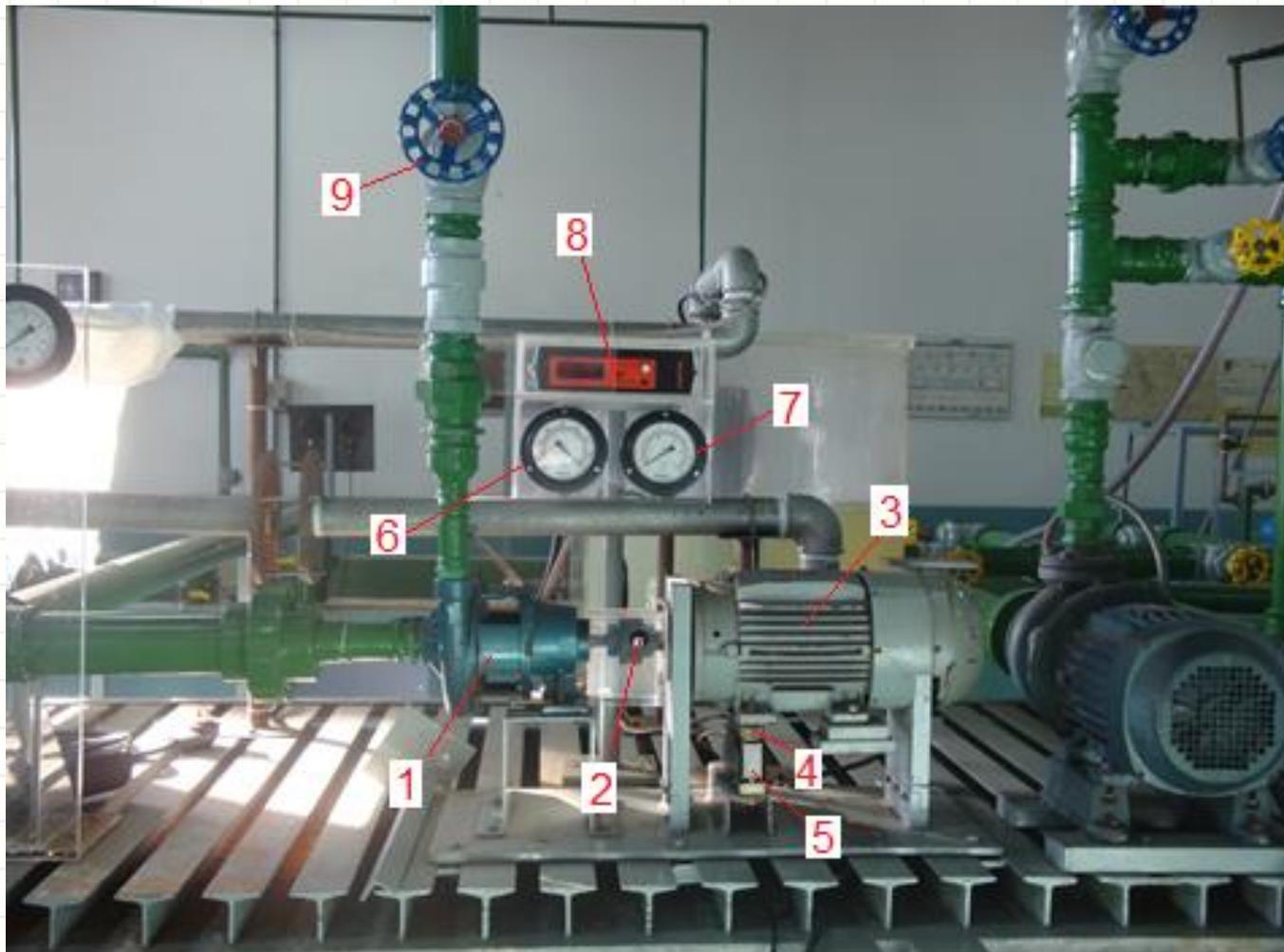
# Objetivos central do curso

1. Relacionar e ampliar os estudos de mecânica dos fluidos nas principais aplicações da engenharia química, o que nos leva a estudar: o projeto de uma instalação hidráulica básica:





## 2. A determinação experimental do rendimento da bomba.



**GRUNDFOS****MARK****MARK GRUNDFOS LTDA.****Bomba Centrífuga Monoestágio**

MODELO

**DF**

Rotor 146 mm

Número de estágios 1

Sucção 1.1/2"

Recalque 1"

RPM

**3.500**

Ponto de trabalho

Vedação

Roscas

Válido para água limpa a  
20 C.

Q

Hm

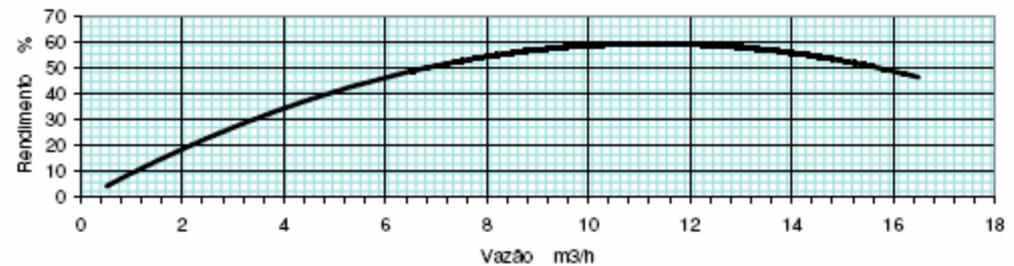
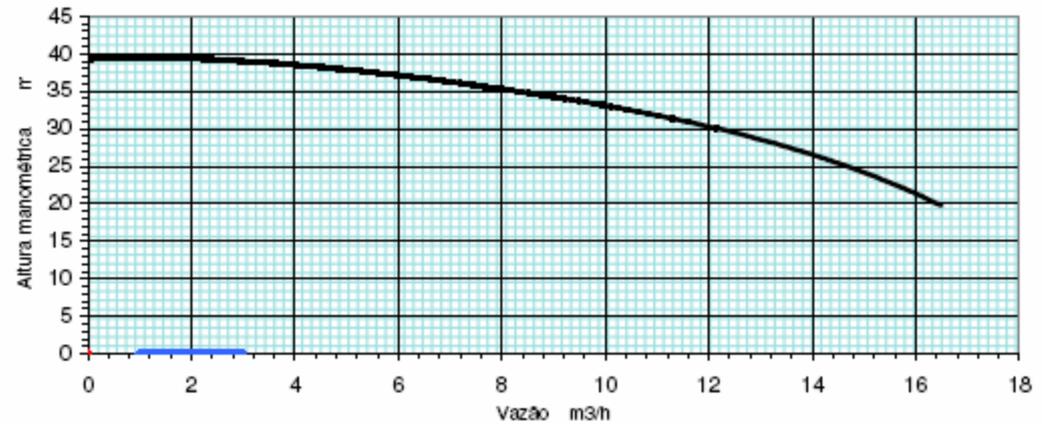
Selo mecânico

BSP

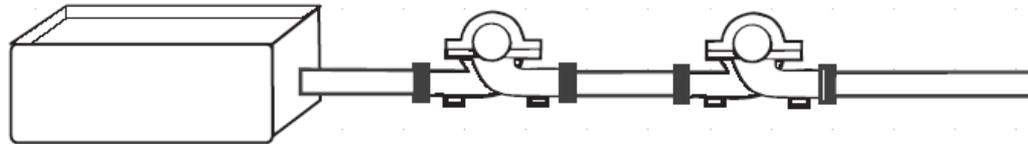
cv

%

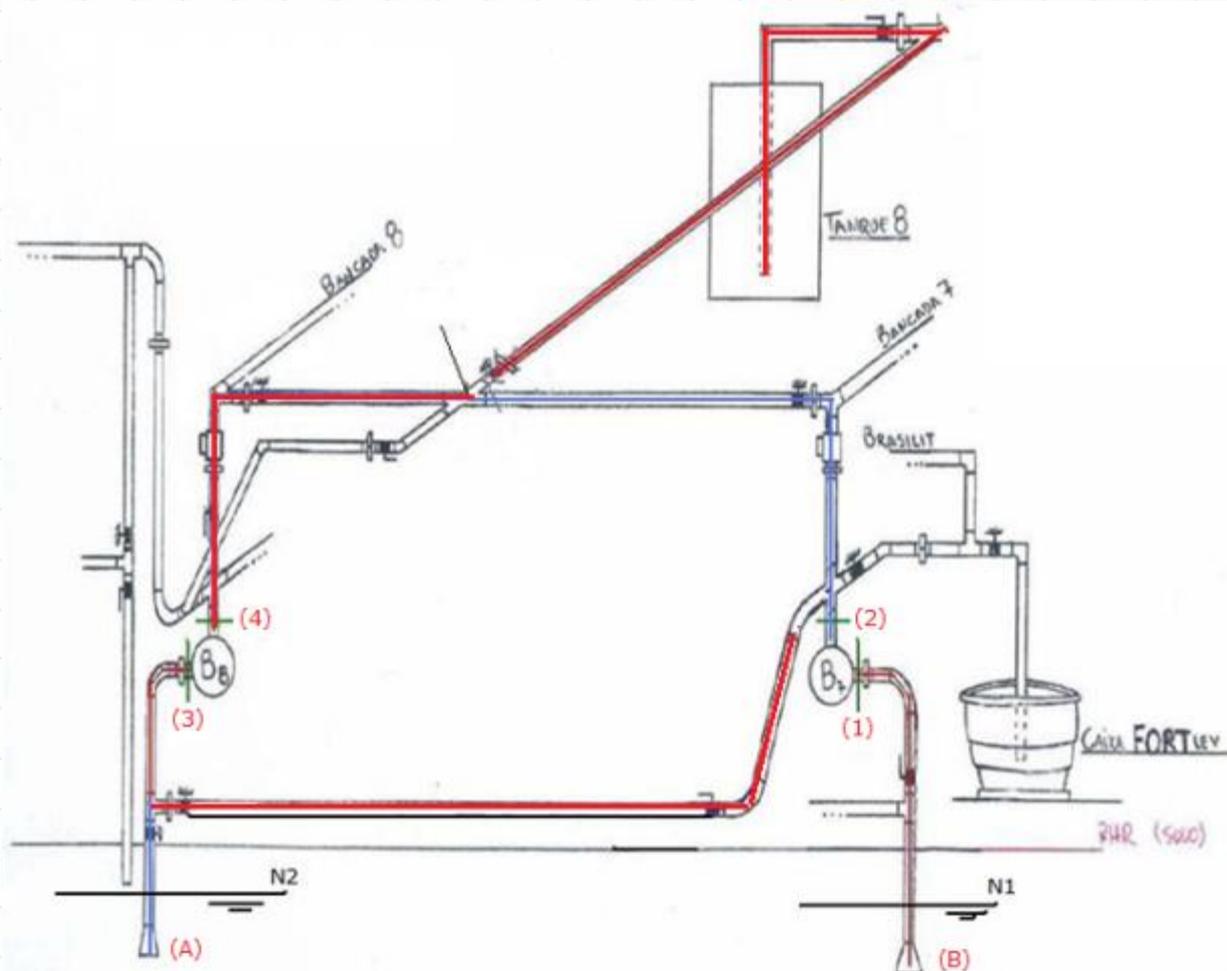
Testes e Aceleração conforme Norma ISO 9906:1999 Anexo A



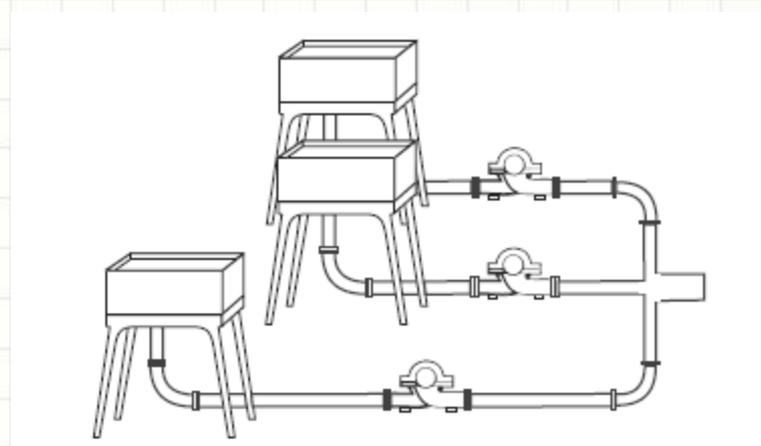
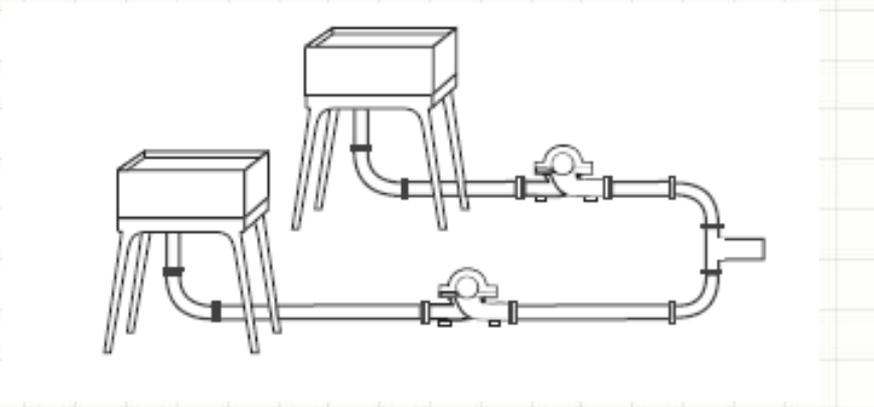
### 3. A associação série de bombas hidráulicas



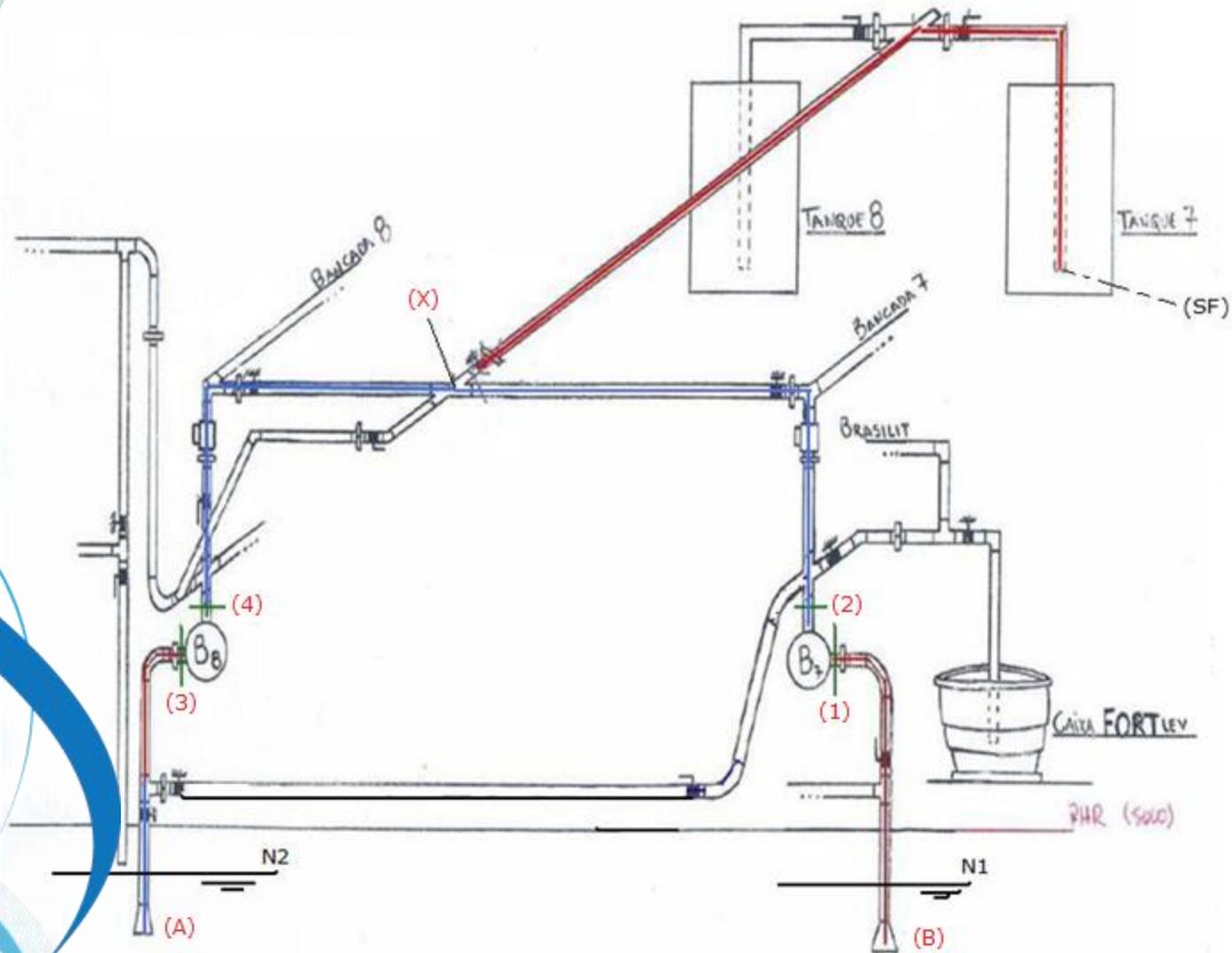
# No laboratório



## 4. A associação paralelo de bombas hidráulicas



# No laboratório

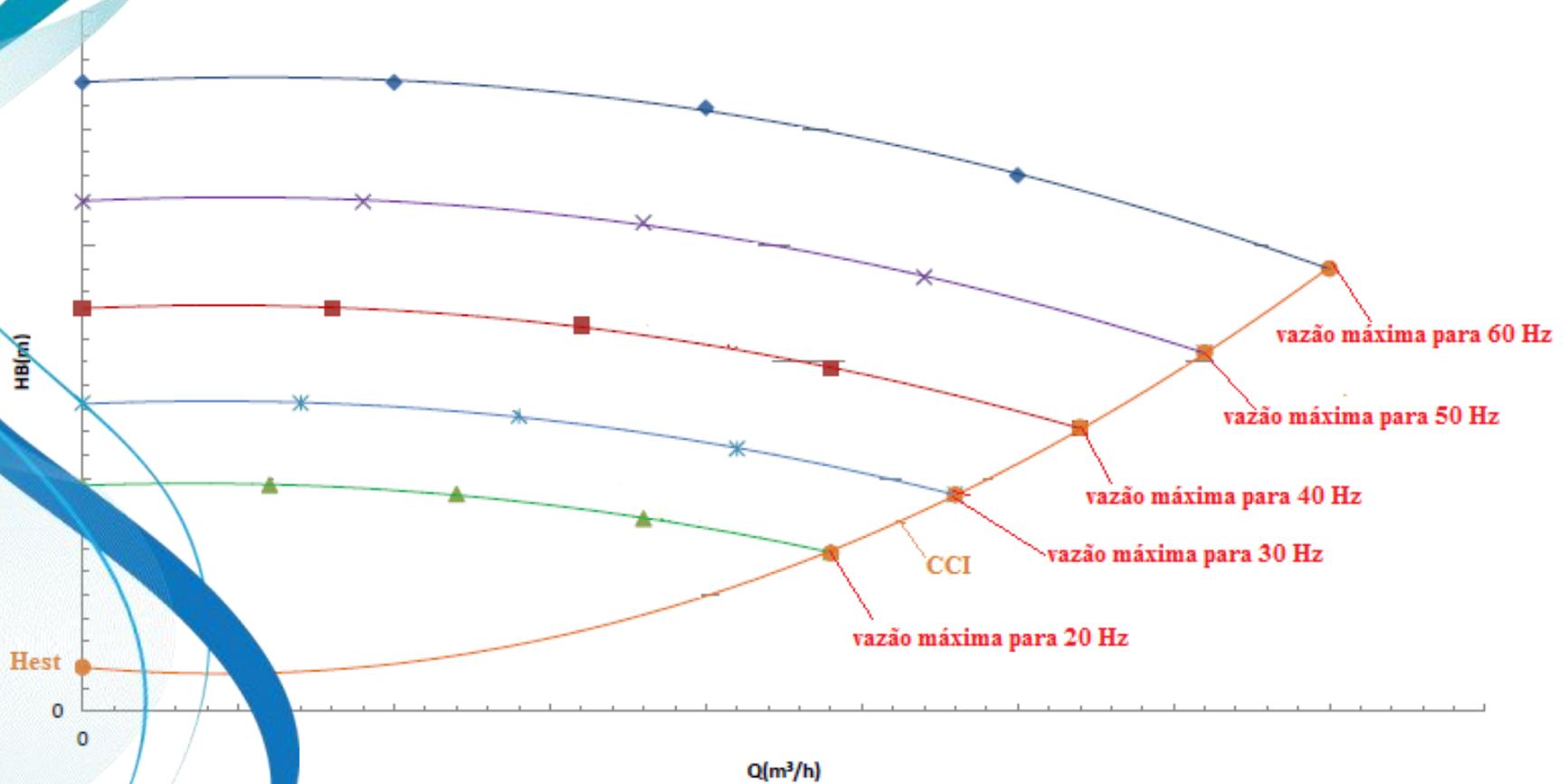


5. Utilização do inversor de frequência tanto no controle da vazão do escoamento, como na redução da potência consumida pelo sistema.

Variação possível da frequência na bancada 8

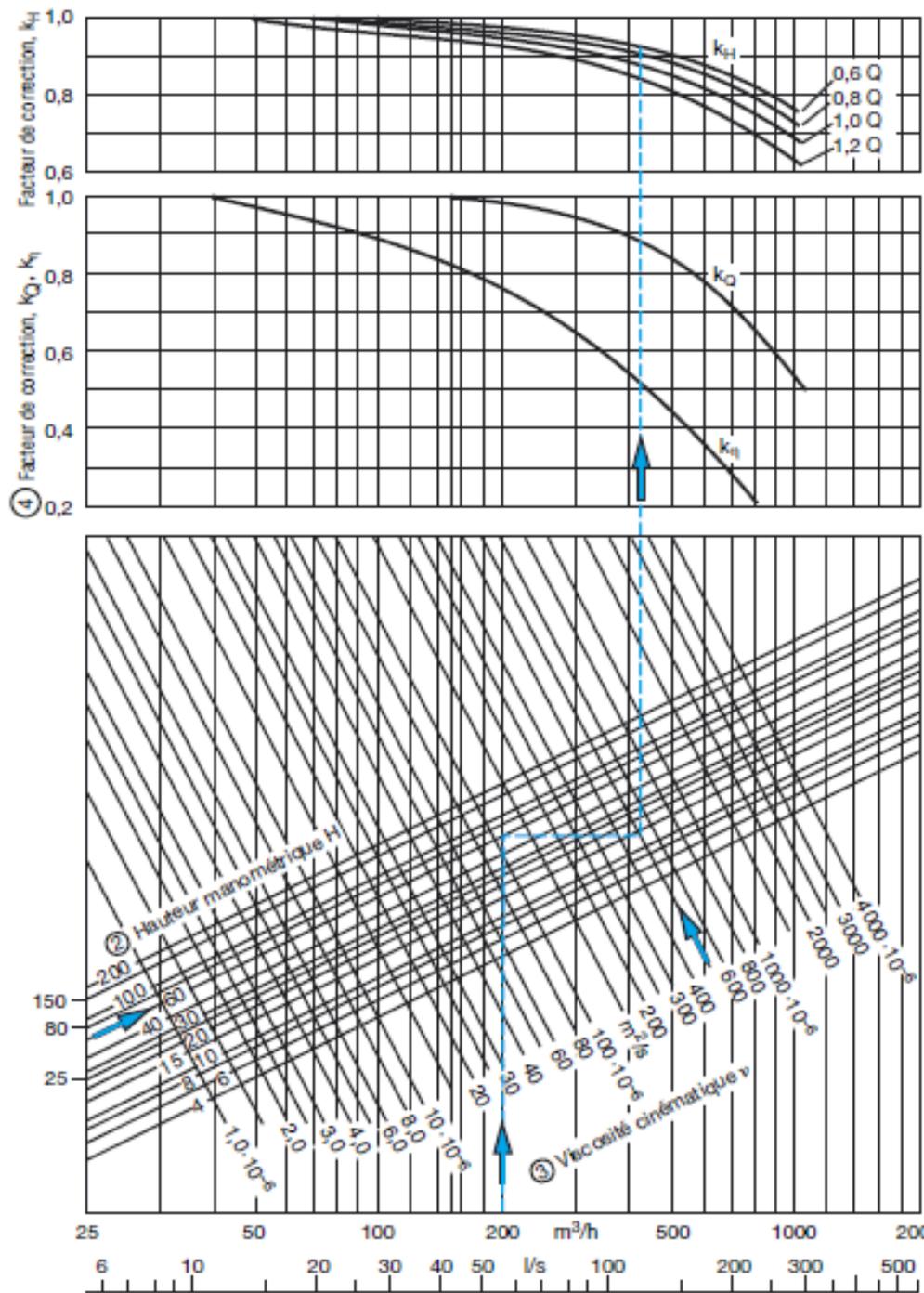
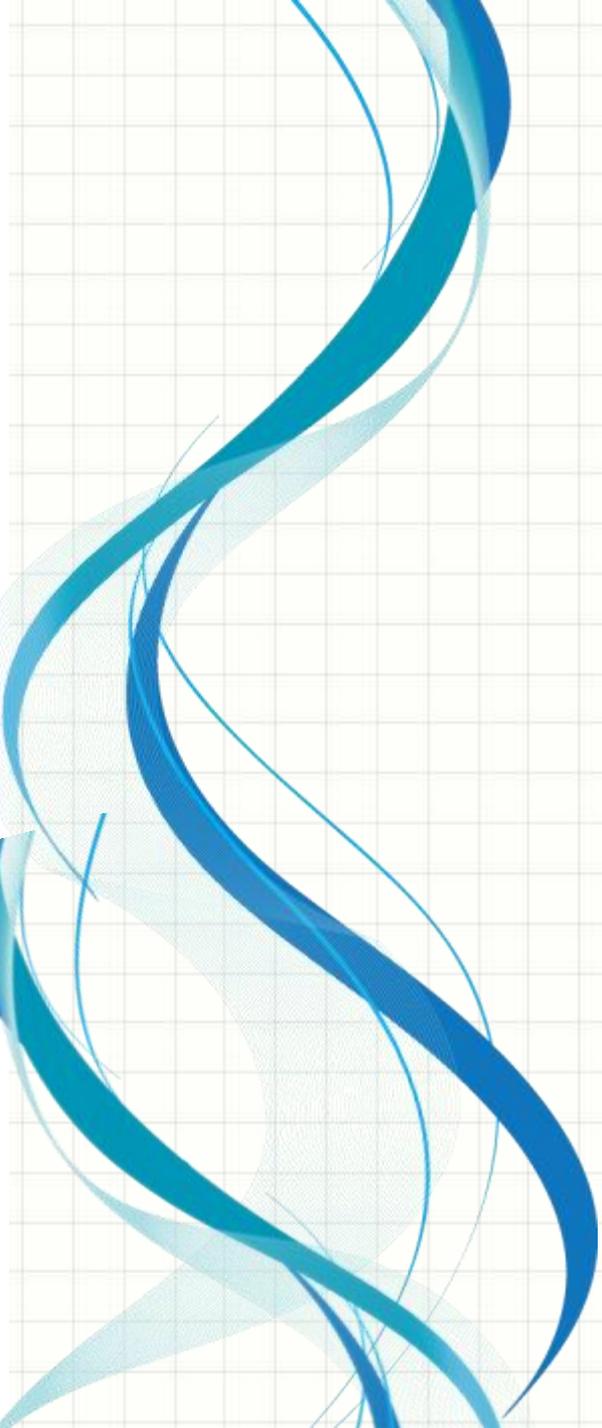


# Podemos também obter a CCI experimental



## 6. Correções das curvas características das bombas (CCB) para fluidos “viscosos”.





## 7. Determinação do $NPSH_{\text{requerido}}$ em função da rotação específica.

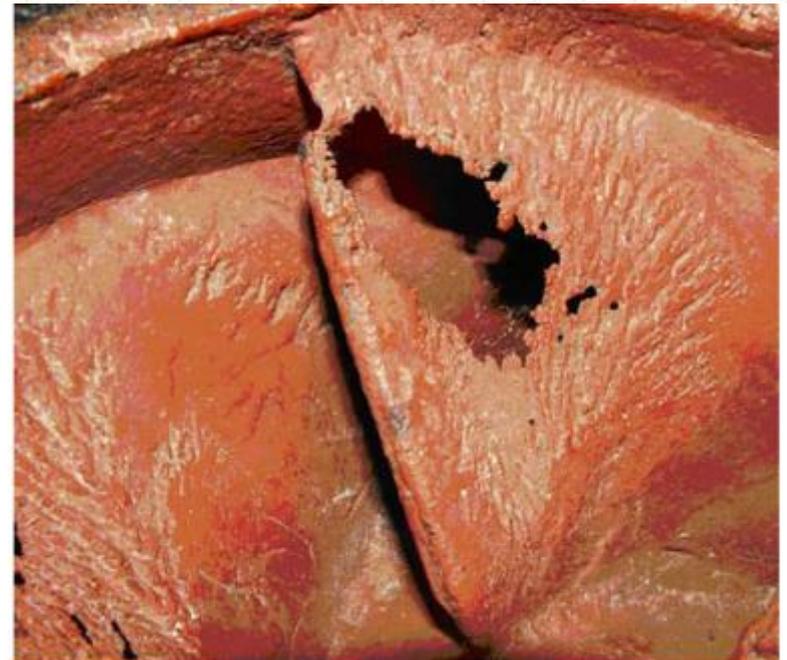
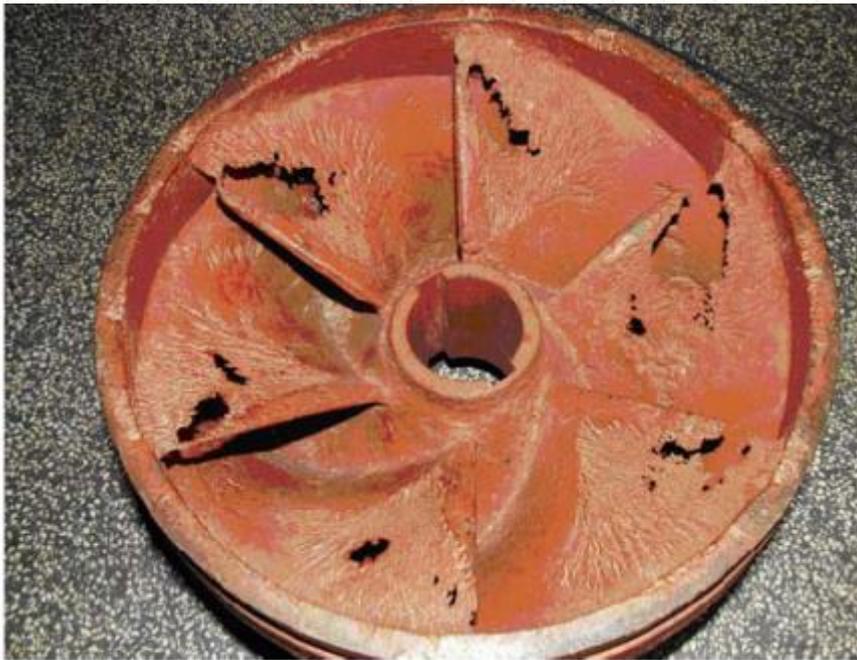


Figura 1.3 – Rotor de bomba centrífuga danificado pela cavitação.

$$n_q = n' \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H_B^3}}$$

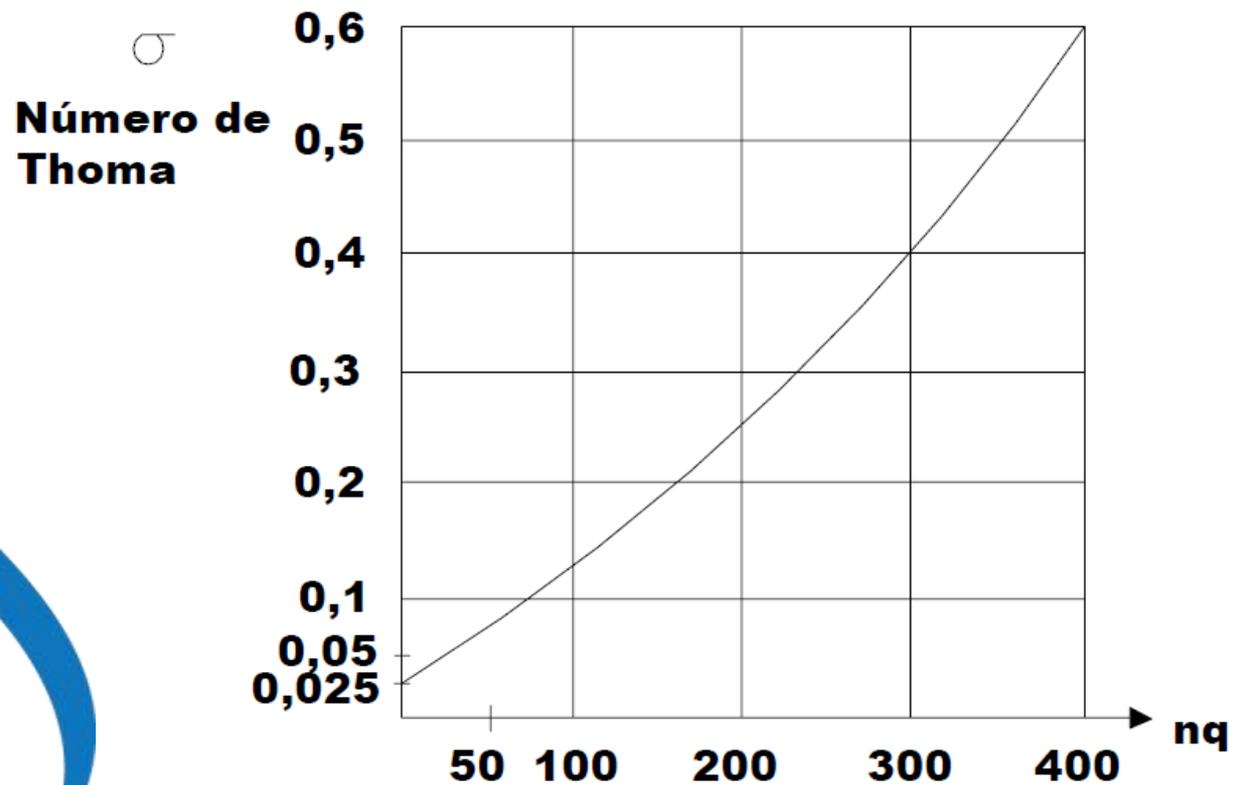
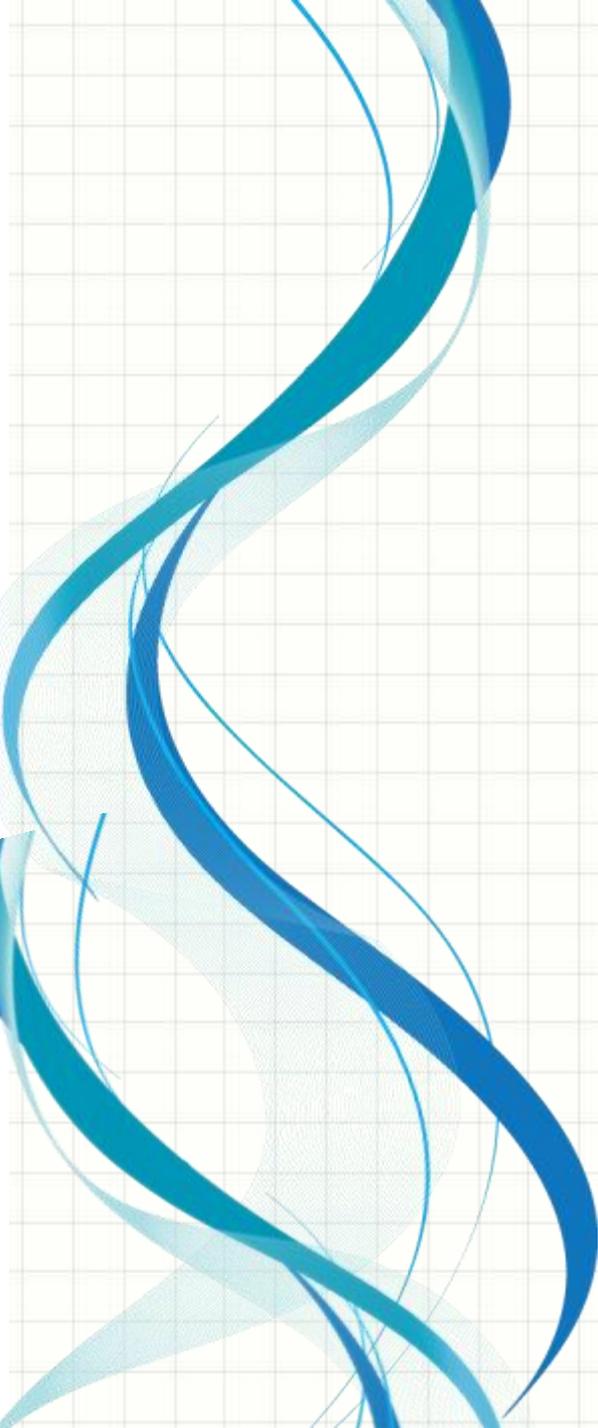


Figura 2.3 – Curva do Fator de Thoma ( $\sigma$ ) × Velocidade Específica ( $n_q$ ) (Mattos e Falco, 1998).

Se não sei para  
onde vou  
qualquer caminho  
serve!





Como estes  
estudos  
serão  
avaliados?



Critério  
de  
avaliação

$$A = \text{fator} \times M_{\text{provas}}$$

$$M_{\text{provas}} = \frac{\sum P_i}{2}$$

$$0,8 \leq \text{fator} \leq 1,2 \Rightarrow M_{\text{Lab}} = \frac{P_{L1} + P_{L2}}{2}$$

$$M_{\text{Lab}} \geq 8,0 \Rightarrow \text{fator} = 1,2$$

$$M_{\text{Lab}} \leq 4,0 \Rightarrow \text{fator} = 0,8$$

$$4,0 \leq M_{\text{Lab}} \leq 8,0 \Rightarrow \text{fator} = 0,1 \times M_{\text{Lab}} + 0,4$$



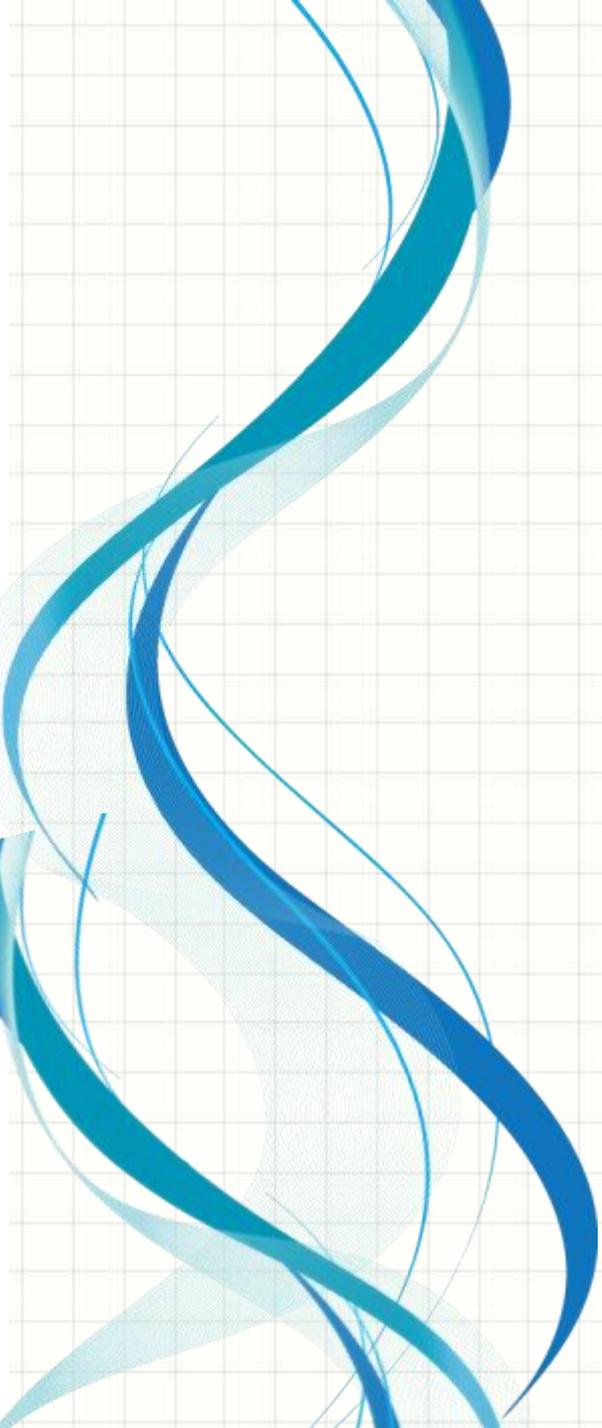
As provas ( $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ ) serão constituídas de duas partes cada uma valendo 5,0.

A primeira parte ocorrerá em 80 minutos e será sem consulta.

A segunda parte ocorrerá 10 minutos após o término da primeira e será com consulta aos apontamentos e tendo a duração máxima de 160 minutos.

Nestas provas a matéria avaliada será tanto referente as aulas de teoria como as de laboratório.

Já as provas de laboratório ( $P_{L1}$  e  $P_{L2}$ ) ocorrerão sempre uma semana antes das semanas de provas (da  $P_1$  e da  $P_2$ ) e terão uma parte prática de 20 minutos e uma “teórica” de 80 minutos, sem consulta e onde a matéria avaliada será referente as aulas de laboratório.



Como estes  
estudos  
serão  
abordados?

# Nas aulas de teoria estudaremos

## 1. Pré-requisitos:

1.1. Equação da energia para regime permanente

1.2. Escoamento permanente de fluido incompressível em condutos forçados

## 2. Etapas de um projeto de uma instalação hidráulica básica de bombeamento

2.1. Dados iniciais; cálculo das cargas iniciais e finais da instalação a ser projetada; dimensionamento das tubulações que constituem a instalação;

2.2. Determinação da equação da curva característica da instalação (CCI);

2.3. Escolha preliminar da bomba e estabelecimento do seu ponto de trabalho;

2.4. Conceito de supercavitação e cavitação e estabelecimento das condições para que este fenômeno não ocorra na instalação a ser projetada;

2.5. Especificação do motor elétrico e cálculo da potência consumida pela instalação hidráulica de bombeamento;

2.6. Especificação do motor elétrico e cálculo da potência consumida pela instalação hidráulica de bombeamento.

3. Rotação específica

4. Correção das curvas de bomba para o bombeamento de fluido viscoso.

5. A utilização do inversor de frequência.

6. Associação série e paralelo de bombas hidráulicas



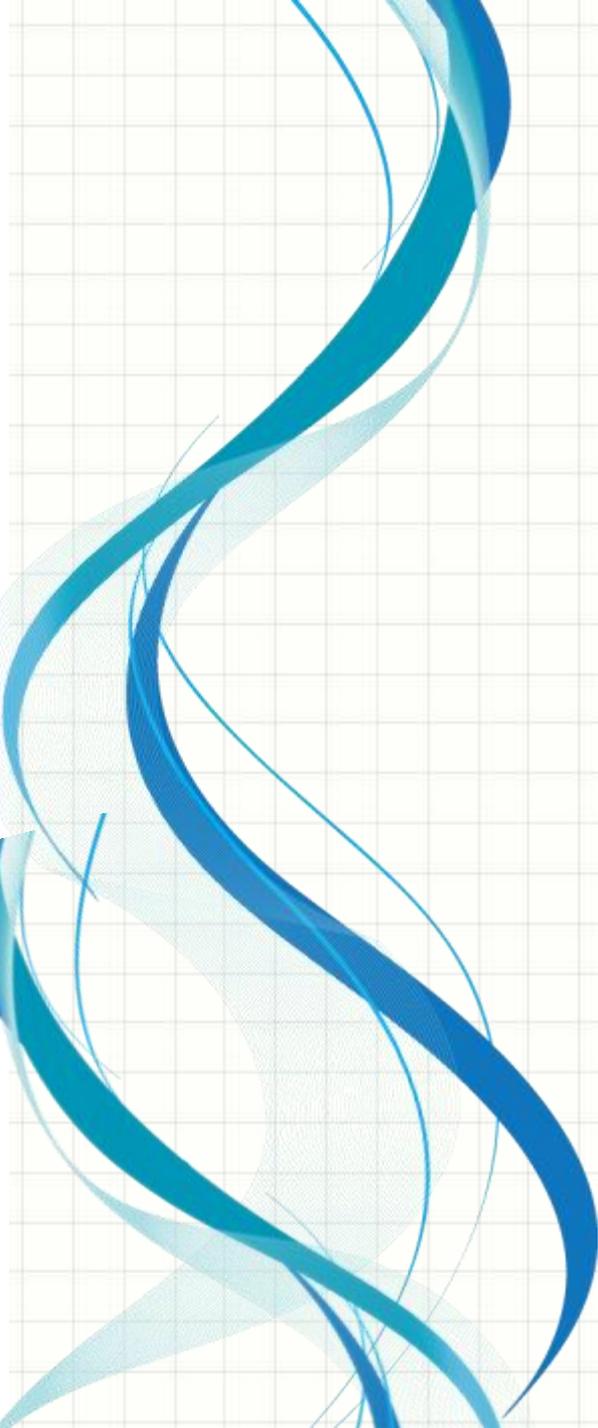
Estes assuntos estarão sendo desenvolvidos interligados às atividades de laboratório!



## LABORATÓRIO

1. Determinação da carga total em secções de uma instalação hidráulica de bombeamento e cálculo das perdas de carga antes e depois da bomba
2. Determinação do coeficiente de perda de carga distribuída ( $f$ ) e do comprimento equivalente ( $L_{eq}$ )
3. Determinação da vazão pelo parâmetro Reynolds raiz de “ $f$ ”
4. Correção da CCB em função do escorregamento existente no acoplamento da bomba hidráulica com o motor elétrico (utilização do tacômetro)

5. Estudos ligados à cavitação e a sua visualização no laboratório.
6. Determinação do rendimento da bomba.
7. Experiência do inversor de frequência.
8. Experiência da associação em série de bombas hidráulicas.
9. Experiência da associação em paralelo de bombas hidráulicas.
10. Influência da perda de carga na vazão máxima de operação de uma bomba hidráulica



Quais seriam  
as  
bibliografias?

## **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- Mecânica dos fluídos para engenharia química – publicado no sítio:

[http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/chamada\\_de\\_planejamento.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/chamada_de_planejamento.htm)

MACINTYRE, Archibald Joseph. Bombas e instalações de bombeamento – 2ª edição – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. Bombas & Instalações Hidráulicas - 3ª edição

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

GOMIDE, R. Operações com fluídos – Operações Unitárias – Volume II – 2ª. parte – Edição do Autor, 1997

MATTOS, E.E./Falco, R. Bombas Industriais – Rio de Janeiro, Editora Interciência Ltda., 1998

Outras bibliografias complementares encontram-se disponível na página:  
[http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento\\_22012/bibliografia\\_complementar\\_4.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_22012/bibliografia_complementar_4.htm)

# Bem-vindos

