

Análise da Macroturbulência em Vertedouros em Degraus

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH - Laboratório de Obras Hidráulicas

>>INTRODUÇÃO<<

Os vertedouros em degraus são estruturas que, além de não permitirem que o nível do reservatório ultrapasse os limites de projeto, garantindo a segurança da barragem, dissipam a energia do escoamento ao longo da sua calha, permitindo estruturas a jusante mais eficazes e de menor custo. Entretanto, o uso eficiente deste tipo de vertedouro está limitado a vazões específicas menores que 10 m³/s/m para que não haja risco de erosão/cavitação ao longo da sua estrutura.

A partir do ponto em que o escoamento está totalmente aerado, o risco de cavitação é praticamente nulo, uma vez que os valores das pressões ficam aproximadamente constantes e fora da faixa de erosão/cavitação.

Uma das maneiras de aumentar a eficiência dos vertedouros em degraus talvez seja permitir que a aeração do escoamento ocorra antes. Isto pode ser feito através da inclusão de aeradores (pilares e/ou chaminés) e defletores inseridos no início da calha.

Salto no escoamento
(defletor sobre 2 degraus, Q=20 l/s - F*=3.11)
Modelo do LOH - IPH/UFRGS

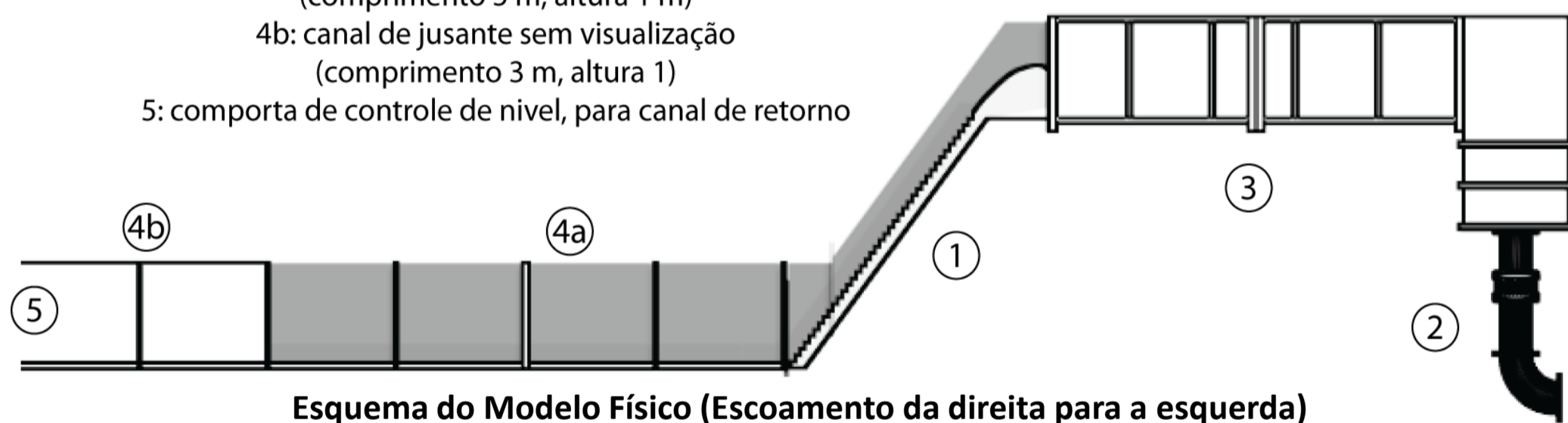
>>OBJETIVO<<

A pesquisa onde este trabalho se situa tem como objetivo analisar a influência da inclusão de aeradores e defletores na Macroturbulência em Vertedouro em Degraus. O trabalho propriamente dito, visa apresentar os resultados preliminares da influência do defletor sem a entrada de ar nas pressões nas quinas dos degraus.

>>CARACTERÍSTICAS DO MODELO<<

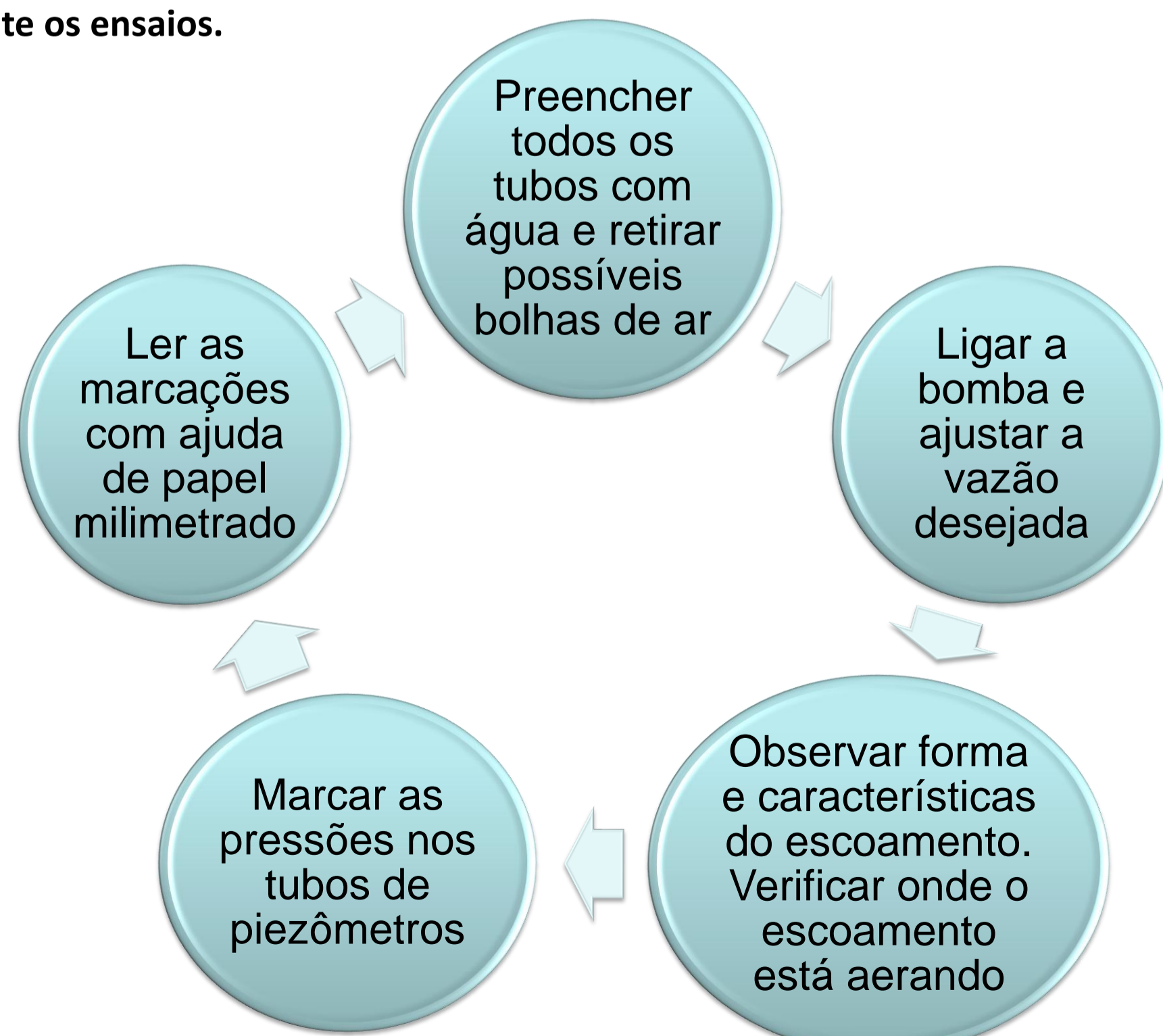
Foi utilizado um modelo físico reduzido de vertedouro em degraus, instalado no Laboratório de Obras Hidráulicas (LOH), do IPH/UFRGS, com 2,45m de altura, 0,34m de largura, declividade aproximada de 53°, e degraus de 0,06m de altura.

- 1: vertedouro em degraus (33 degraus, altura 6 cm, declividade 1:0,75, altura 2,45 m)
- 2: sistema de alimentação (DN 300 mm)
- 3: reservatório e canal de montante (comprimento 5 m, altura mínima 1 m)
- 4a: canal de jusante com visualização (comprimento 5 m, altura 1 m)
- 4b: canal de jusante sem visualização (comprimento 3 m, altura 1 m)
- 5: comporta de controle de nível, para canal de retorno



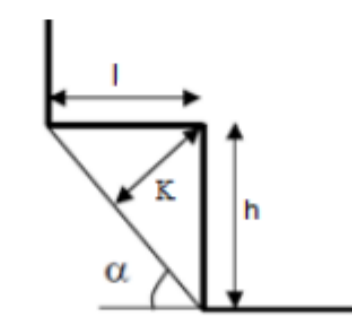
>>METODOLOGIA DE PESQUISA<<

Para a realização do presente estudo foram instalados tubos de piezômetros na extremidade externa dos patamares e espelhos (quinas) dos degraus. As tomadas de pressão estão localizadas na linha central do canal. Os piezômetros estão dispostos, de acordo com a posição dos degraus, à frente de uma escala linimétrica referenciada à posição de cada tomada. Abaixo seguem as atividades realizadas durante os ensaios.



>>ANÁLISE DE DADOS<<

Após a leitura das marcações feitas nos piezômetros, esses dados são passados para o software Excel e classificados conforme as características do ensaio.



$$F^* = \frac{q}{\sqrt{g \cdot K^3 \cdot \sin(\alpha)}}$$

Os números de Froude para os degraus (F*) foram retirados através da fórmula acima, onde:
g = aceleração da gravidade (m/s²)
q = vazão específica (m³/s/m)
K = altura de rugosidade do degrau (m)
α = declividade da calha (°)

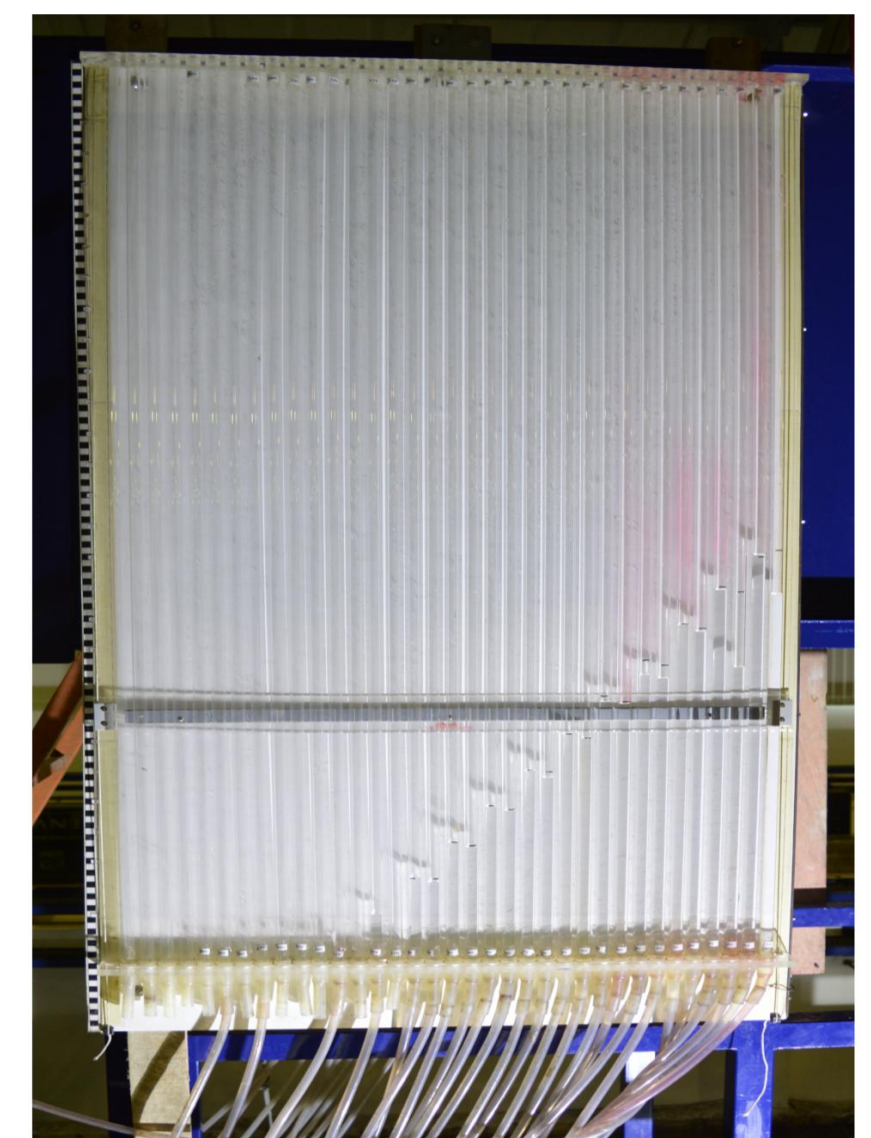
Combinações de ensaios realizados:

- 20 l/s F*= 3,11
- 40 l/s F*= 6,22
- 50 l/s F*= 7,77
- 60 l/s F*= 9,33
- 80 l/s F*= 12,43
- 100 l/s F*= 15,55
- 110 l/s F*= 17,09

Vazões

Defletores

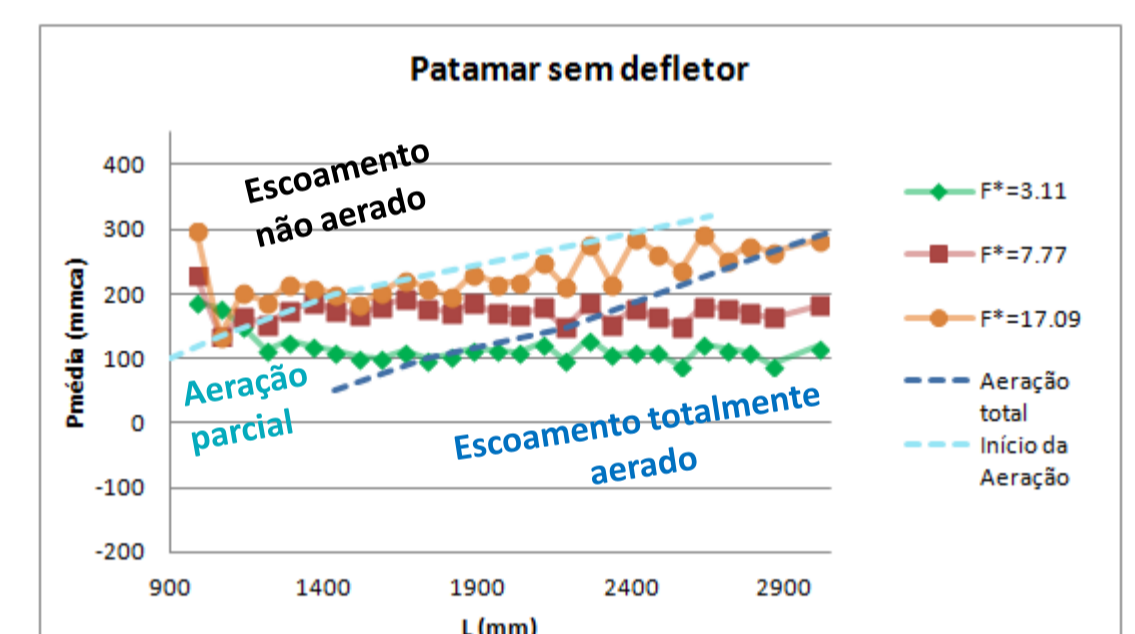
Quadro de piezômetros dos degraus iniciais.



>>RESULTADOS<<

Comparando as pressões médias do gráfico (a) se observa que:

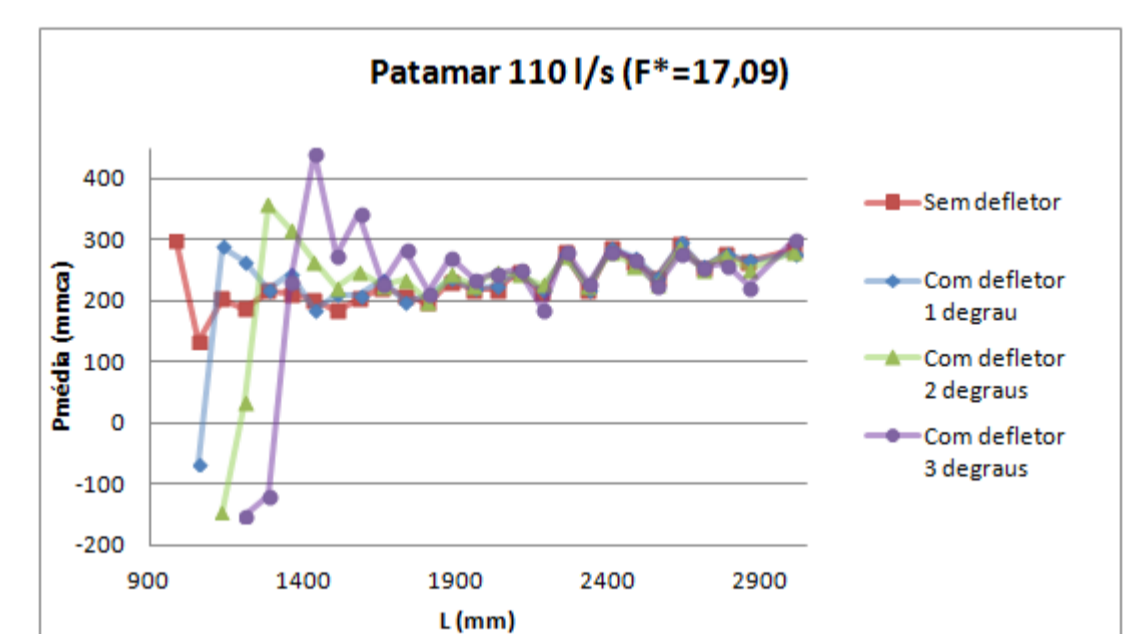
- após a aeração as pressões oscilam entorno de um valor;
- as pressões no patamar são maiores para os maiores F*.



Pressões médias nos patamares para diferentes vazões sem a inclusão dos defletores. Gráfico (a)

Os resultados apresentados no gráfico (b), para um mesmo F*, e diferentes tamanhos de defletor testados:

- mostram pressões negativas nos primeiros degraus após o defletor;
- apresentam pressões mais elevadas nos demais degraus até o ponto de início de aeração do escoamento.



Pressões médias nos patamares sem e com a inclusão dos defletores de diferentes tamanhos. Gráfico (b)

Os gráficos apresentam origem das ordenadas ao final da ogiva do vertedouro, seguindo a calha e as linhas de aeração foram feitas por análise qualitativa durante os ensaios.

>>CONCLUSÕES<<

A utilização de defletores no início da calha do vertedouro gerou valores de pressão até duas vezes maiores nos degraus logo após o defletor. Além disso, os dados não mostram uma antecipação da aeração com a utilização de defletor.

Na próxima etapa dos estudos serão incluídos aeradores (pilares/chaminés) junto com os defletores para verificação da sua eficiência na antecipação da aeração e redução do risco de ocorrência de erosão/cavitação.

>>AGRADECIMENTOS<<

Ao LOH do IPH/UFRGS, aos colegas e professores do laboratório, à FAPERGS e a Dona Francisca Energética S.A.