

# DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES PARA AFERIÇÃO DE PARÂMETROS DE LABIRINTO HIDRÁULICO DE TURBINAS DO TIPO FRANCIS

Ana Letícia Pilz de Castro<sup>1</sup>; Rodrigo Otávio Perrea Serrano<sup>2</sup>,  
Mila Correa Sampaio<sup>3</sup>, Stenio Augusto Coelho<sup>4</sup>, Maria Aparecida Pinto<sup>5</sup>,  
Carlos Barreira Martinez<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Professora do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

<sup>2</sup>Professor, Universidade Federal do Acre, Brasil.

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup>Professora do Departamento de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

<sup>6</sup>Professor, Universidade Federal de Itajubá, Brasil.

E-mail: analeticiapilz@gmail.com, ropereas@gmail.com, milacsampaio@gmail.com,  
stenio-augusto@hotmail.com, mariap06@gmail.com, martinez@cce.ufmg.br

## Introdução

Uma usina hidrelétrica é composta, basicamente, por barragem, sistema de captação e adução de água, casa de força e vertedouro, que funcionam em conjunto e de maneira integrada (SOUZA et al., 1983).

As turbinas hidráulicas são máquinas que possuem a finalidade de transformar a maior parte da energia do escoamento contínuo da água que a atravessa em trabalho mecânico e estão localizadas na casa de força (SOUZA et al., 1983).

Os principais componentes das turbinas do tipo Francis são: o rotor, o distribuidor e a caixa espiral. O rotor é a parte rotativa da turbina constituído de: cubo, pás, coroa, anéis de desgaste superior e inferior e, entre os anéis de desgaste os labirintos inferior e superior (PFLEIDER & PETERMAN, 1972; KIMURA, 2005).

Os labirintos são os interstícios formados pelos pares de anéis de desgaste fixo e móvel que estão posicionados de modo que tenham à função de vedação sem contato, fazendo com que os anéis tenham a menor distância entre a parte rotativa e fixa do rotor da turbina, resultando, assim, em uma pequena vazão (KIMURA, 2005), essa condição resulta em um aumento das forças tangenciais (GUINZBURG et al., 1993).

A complexibilidade dos projetos levam a uma série de incertezas acerca da definição dos parâmetros envolvidos como velocidade, vazão, perda de carga e perfil do labirinto.

O desenvolvimento de um aparato que permita simular diferentes condições permitirá a obtenção desses parâmetros em escala de laboratório que posteriormente poderá ser utilizada em projetos de novas turbinas.

## Desenvolvimento do aparato

O aparato desenvolvido será composto por um cilindro de aço carbono ASTM A 36 externo munido de um rotor prismático cilíndrico interno (figura 1), um reservatório, uma bomba centrífuga multiestágios e um inversor de frequência para controle da pressão e da rotação no aparato, afim de proporcionar diferentes pressões e trabalhos específicos no labirinto. O aparato permitirá aferição de parâmetros hidráulicos do labirinto, como vazão, velocidade do escoamento e perda de carga.

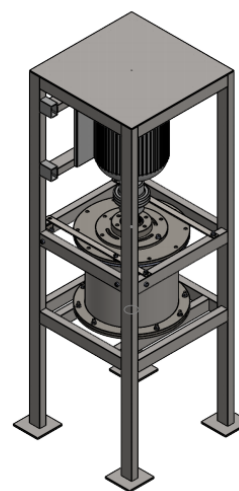


Figura 1.- Projeto do aparato para validação da equação, com a estrutura suporte.

Para a construção do aparato foi necessário estabelecer algumas medidas. Na Tabela 1, pode-se observar os valores adotados.

Tabela 1.- Medidas pré – estabelecidas para o projeto do aparato.

| Variável        | Sigla      | Dimensão (mm) | Dimensão (m) |
|-----------------|------------|---------------|--------------|
| Raio "A"        | $r_a$      | 150           | 0,150        |
| Raio "B"        | $r_b$      | 100           | 0,100        |
| Espessura "A"   | $\delta_a$ | 2             | 0,002        |
| Espessura "B"   | $\delta_b$ | 2             | 0,002        |
| Comprimento "A" | $L_a$      | 100           | 0,100        |
| Comprimento "B" | $L_b$      | 50            | 0,050        |
| Rugosidade      | $\epsilon$ | 0,045         | 0,000045     |

As velocidades rotacionais para a determinação da perda de carga e das demais variáveis, utilizadas nos testes ficarão estabelecidas entre 0rpm e 1800rpm.

## Conclusões Iniciais

Espera-se que com finalização da montagem da bancada de teste apresentada na figura 1 seja possível a obtenção dos parâmetros hidráulicos do modelo a fim de que esses resultados sirvam de base para projetos futuros em labirintos do tipo liso podendo ser adaptada para outros modelos de labirintos e dessa forma promovendo o know-how no projeto turbinas com variados labirintos.

## Agradecimentos

Os autores manifestam seus agradecimentos à ANEEL, à CEMIG, à ELETROBRAS-FURNAS, a FAPEMIG ao CNPq, CAPES, à Fundação Gorceix, à UFOP pelo suporte financeiro para a realização desse trabalho.

## Referências

**Guinzburg, A.; Brennen, C.E.; Acosta, A.J.; Caughey, T.K.;** *The Effect of Inlet Swirl on the Rotordynamic Shroud Forces in a Centrifugal Pump.* Journal of Engineering for Gas Turbines and Power Transactions of the Asme, New York, NY, USA, v.115, n.2, p287-292, 1993.

**Kimura, N.** “*Modelagem do comportamento térmico dos anéis de desgaste de uma turbina Francis operando em compensador síncrono.*” Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Curitiba, PR, 2005.

**Pfleider, C & Petermann, H.;** *Máquinas de fluxo*, 4ª ed. Rio de Janeiro, 1972.

**Souza, Z; Fuchs, R.D.; Santos, A. H. M.** *Centrais Hidro e Termoeletricas.* Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1983.