



**XXV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

4769
GGH/32

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

Grupo de Estudo de Geração Hidráulica-GGH

Os desafios na modernização da UHE Governador Bento Munhoz da Rocha Netto

**RAFAEL ANICETO PEREIRA(1); MAURICIO DANIEL FORMAGGIO(1); BARTOS CVINTAL WYKROTA(1);
ADRIANO MARQUES AFONSO(2);
HBA(1);Copel GET(2);**

RESUMO

No primeiro trimestre de 2015, a ANDRITZ HYDRO Brasil recebeu o contrato para modernização da usina Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia). A usina de Foz do Areia está situada no Rio Iguaçu, na cidade de Pinhão, no estado do Paraná. A casa de força da usina está equipada com 4 turbinas Francis de eixo vertical com queda líquida máxima de 135m com uma rotação síncrona de 128.57rpm, gerando um total de 1676MW com uma vazão nominal de 1440 m³/s.

Nesse trabalho, será mostrado os principais desafios encontrados e as soluções adotadas para mitigar erros e maximizar os resultados da organização.

PALAVRAS-CHAVE

Modernização, Rotor, Distribuidor, Palhetas, Reforma

1.0 - INTRODUÇÃO

As quatro unidades geradoras podem ser operadas localmente em emergência através de controle local e em condições normais, e remotamente através do sistema de controle digital, instalado na sala de controle central. Em todas as unidades existe sistema de rebaixamento do nível d'água no tubo de sucção para a operação como compensador síncrono.

O comportamento operacional da usina sempre foi acompanhado de alta vibração nas turbinas hidráulicas, desde o início de sua operação comercial (1980). Tal fato vem ocorrendo, apesar do fabricante ter implementado melhorias como:

- Defletores no cone do tubo de sucção para redução do vórtice cavitante que provocam grandes explosões/implosões;
- Orifícios ligando o final da caixa espiral com o final do conduto forçado (Bequilha), para reduzir a vibração das palhetas diretrizes;

Devido desenho hidráulico da caixa espiral apresentar a partir da metade de seu comprimento desenvolvido, uma forte separação do fluxo que é crítico nas últimas virolas, provocando fortes vibrações nas palhetas fixas do pré-distribuidor que seguramente induz torques assimétricos sobre o rotor da turbina com consequente pulsação de potência.

A fim de sanar esses problemas recorrentes, onde danos severos de cavitação e alta vibração nas unidades geradoras limitavam a faixa de operação das turbinas, foi previsto o projeto e fornecimento de um novo rotor assim como modificações nas passagens hidráulicas, especialmente nas travessas do distribuidor.

Em função das limitações físicas do perfil hidráulico existente, tanto em relação ao anel inferior do distribuidor assim como no comprimento curto das pás originais, aliados ao comportamento extremamente instável do tubo de sucção, o desenvolvimento hidráulico se tornou mais sensível e desafiador que o de costume.

Esse trabalho irá apresentar em detalhes os aspectos que delinearão a solução técnica final, assim como todas as dificuldades encontradas ao longo da fase de projeto e concepção dos novos perfis, incluindo a necessidade de análises numéricas específicas para resolução dos problemas de instabilidade.

Por fim, o artigo irá listar as etapas realizadas durante o ensaio de modelo realizado no laboratório da Andritz Hydro em Linz, na Áustria para certificar que todas as garantias hidráulicas estavam sendo respeitadas e apresentar os resultados, desafios e condições de funcionamento antes e após todas as recuperações dos componentes.

2.0 - Principais fornecimentos e desafios do contrato da reforma da UHE Foz do Areia

O projeto teve início com novo ensaio de modelo reduzido para o fornecimento de um rotor, atendendo o aumento de eficiência solicitado na especificação técnica. O estudo envolveu vários especialistas da Andritz dos departamentos de engenharia hidráulica e mecânica para obtenção de um novo perfil, respeitando as restrições dimensionais do projeto existente, e obtendo no final o rendimento e eficiência esperada.

Enquanto especialistas da hidráulica estavam focados no novo desenvolvimento do rotor, engenheiros de produto davam início ao projeto desafiador de reforma de vários componentes da turbina, que serão detalhados a seguir.

2.1 Rotor Francis (novo fornecimento com nova hidráulica)

Com o novo projeto hidráulico, deu-se início ao projeto executivo na engenharia de produto com o detalhamento da fabricação e usinagem, elaboração de planos de inspeção, levando em consideração as normas vigentes de projeto mecânico e hidráulico (IEC).

A fabricação do primeiro rotor foi feito com pessoas especializadas, soldadores qualificados perante as normas vigentes para a execução de mão de obra em um produto tão específico como o rotor Francis.

Vários desafios foram superados desde o posicionamento das pás na cinta e coroa até a escolha do procedimento de soldagem a ser executado, de forma a obter um produto final excelente e conforme projeto.

Após os processo de soldagem, foi feito o alívio de tensões, ensaios não destrutíveis, usinagem e por fim o balanceamento.

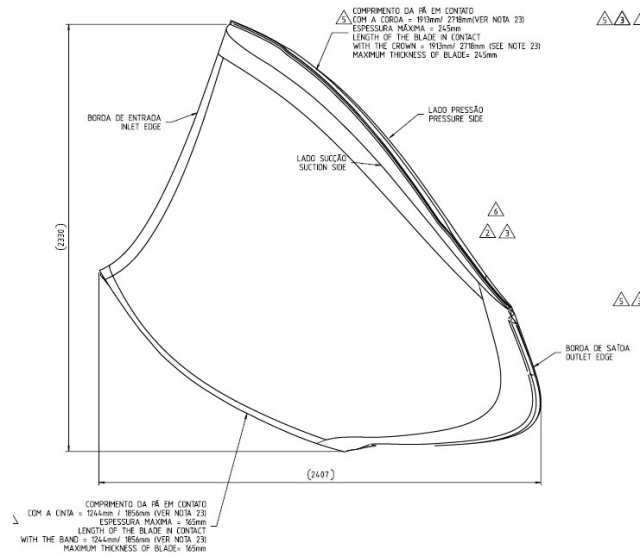


Figura 1 - Pá do Rotor

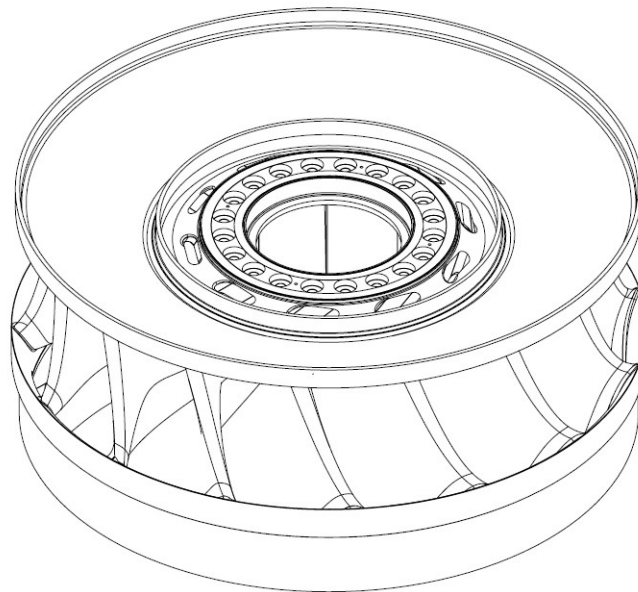


Figura 2 - Novo Rotor Francis

2.2 Pré-Distribuidor (novos perfis das palhetas fixas):

A especificação técnica amarrou uma eficiência de difícil obtenção, e vários estudos hidráulicos foram feitos, considerando novos perfis inclusive das palhetas fixas do pré-distribuidor. O resultado na fase de estudo para a modificação de perfil das palhetas fixas foi satisfatória e mostrou um enorme ganho de eficiência com essa alteração. A engenharia de produto iniciou os estudos, e chegou a solução da montagem de calotas, que trouxeram um solução simples e tecnicamente muito efetiva, demonstrada através de cálculos em elementos finitos.

As modificações foram feitas em fábrica com equipe qualificada e com bastante experiência.

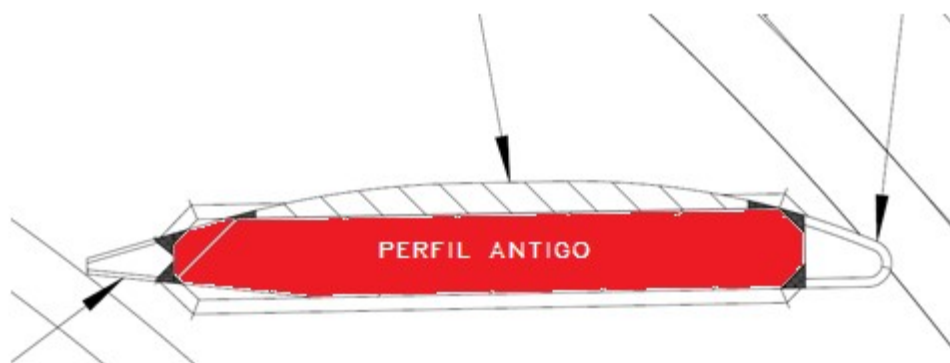


Figura 3 - Alteração do perfil das Palhetas Fixas do Pré-Distribuidor

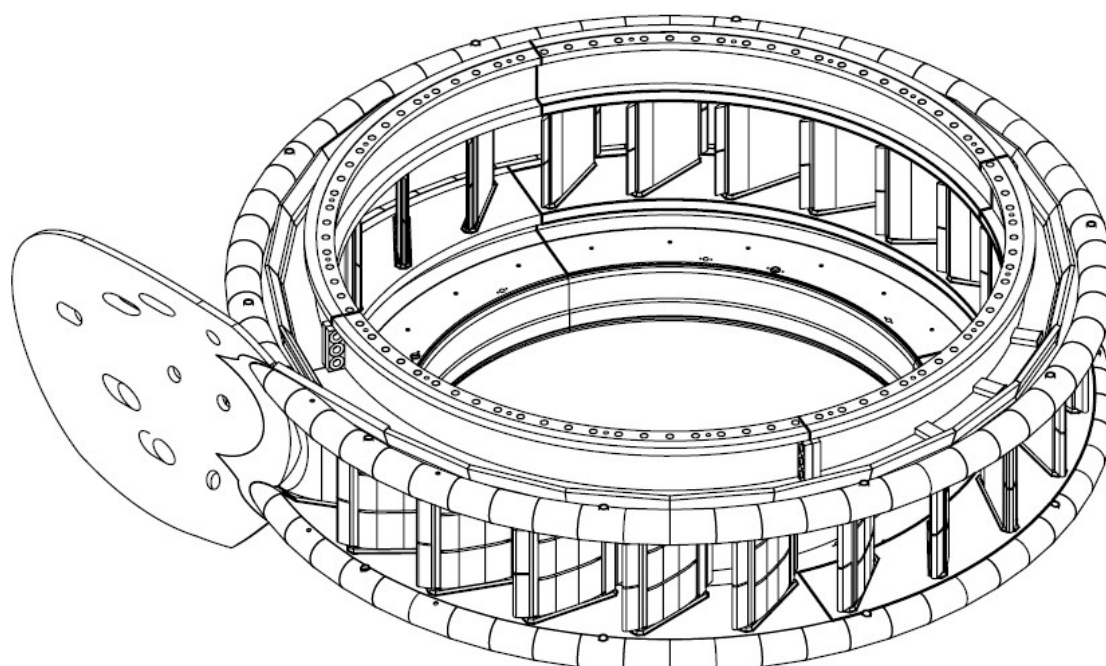


Figura 4 - Pré-Distribuidor

2.3 Distribuidor:

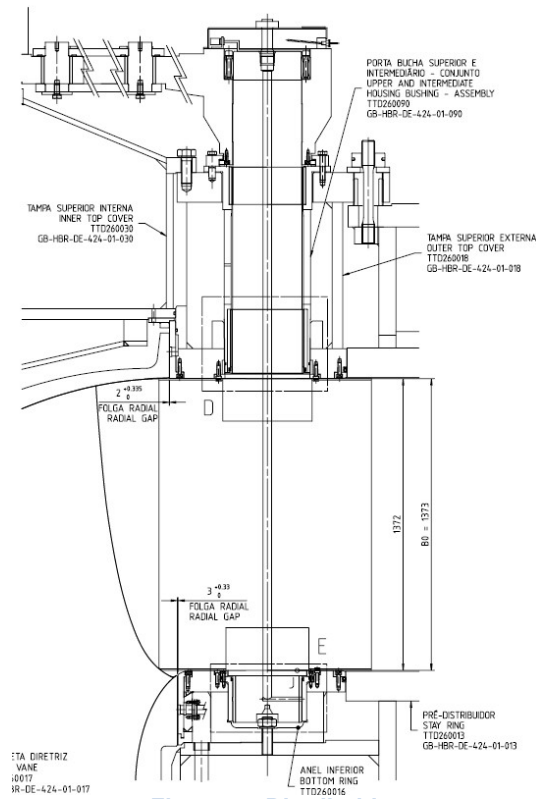


Figura 5 - Distribuidor

2.4 Palhetas Diretrizes (modificação com novo perfil):

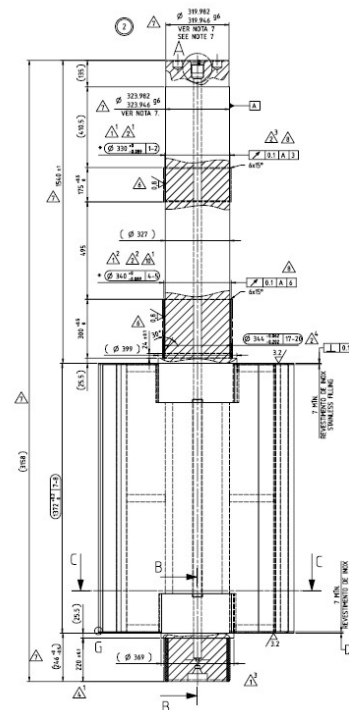


Figura 6 - Palheta Diretriz

2.5 Tamba da Turbina (Externa)

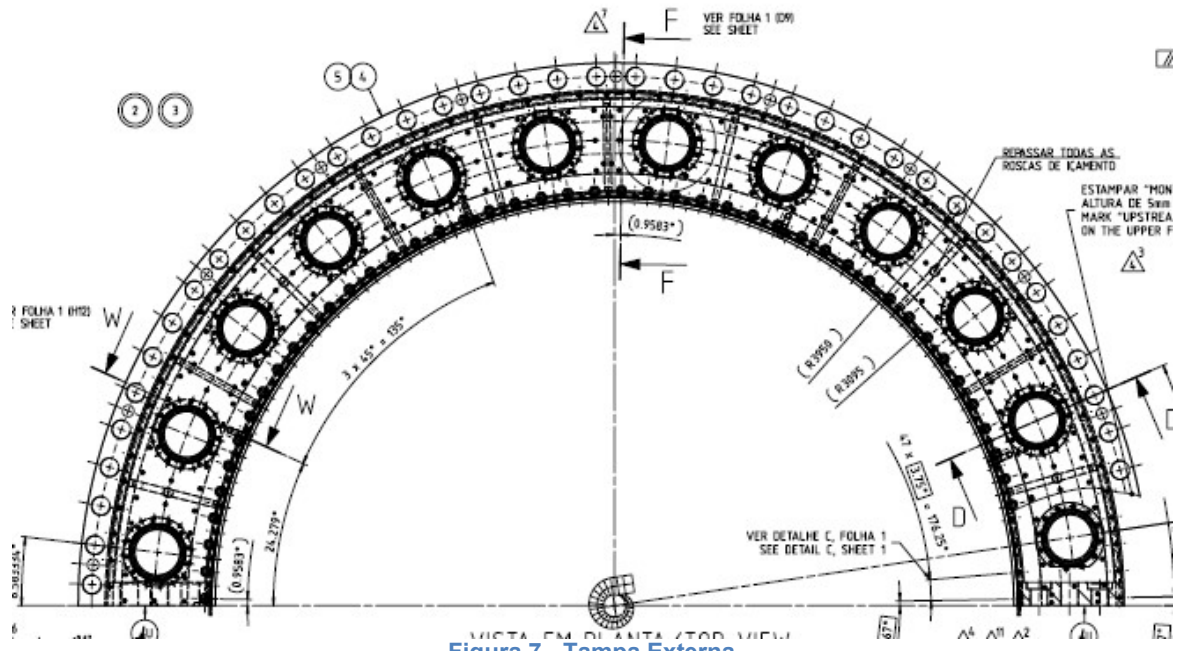


Figura 7 - Tamba Externa

2.6 Tamba Interna

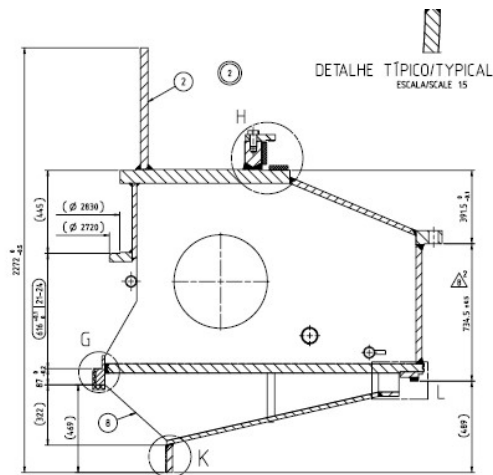


Figura 8 - Tamba Interna

2.7 Anel de Regulação

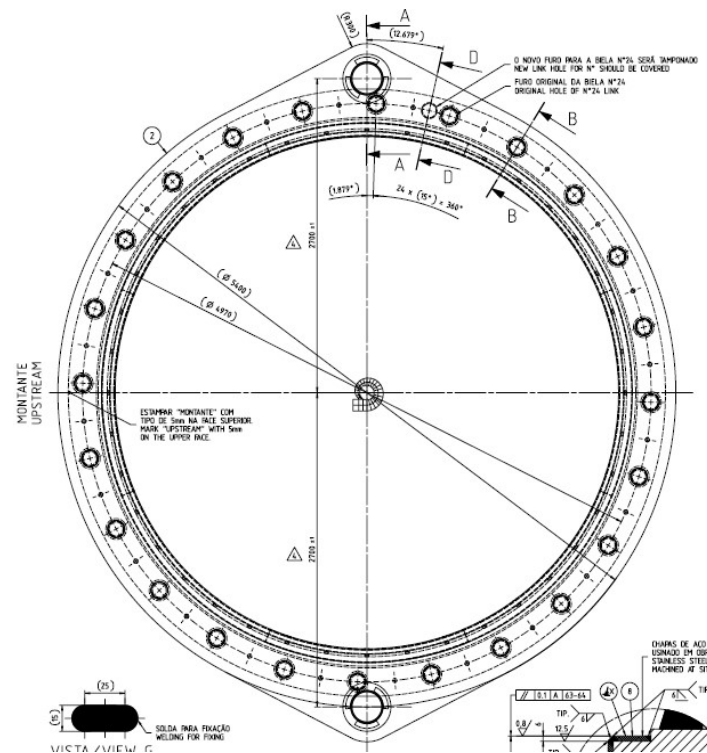


Figura 9 - Anel de Regulação

2.8 Servomotores.

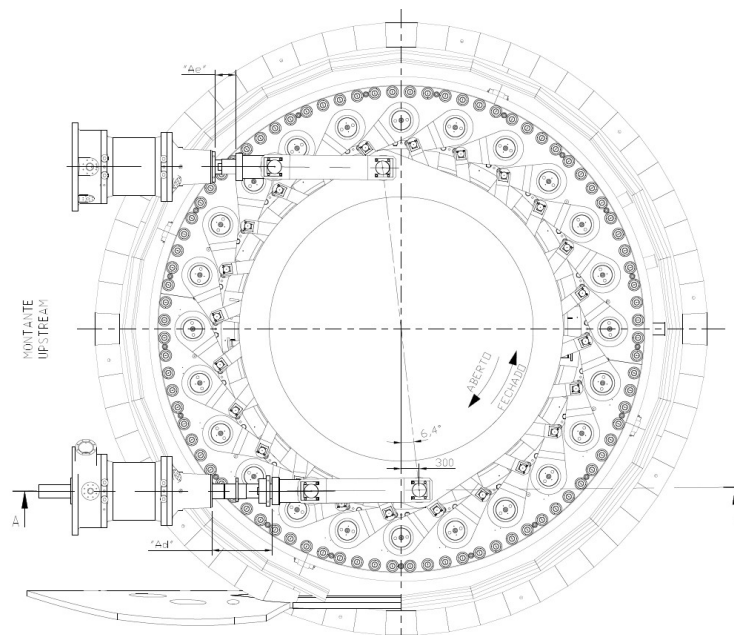


Figura 10 - Montagem dos Servomotores

3.0 - CONCLUSÃO

Duas unidades já estão em operação, com prazos cumpridos e com eficiência garantida através dos funcionamento do novo rotor e também das mudanças de perfil das pás fixas do pré-distribuidor e palhetas diretrizes.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Nonono no Nononononononono Nononononon no Nononononon – Nononon no Nonono Nonoonononn no nonon Nononon non nononononon de XXXX

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Rafael Aniceto Pereira

Cargo: Engenheiro de Produto

Empresa: Andritz Hydro

Experiência no assunto: Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Paulista (2010). Especialista em Engenharia de Produção pela Escola de Engenharia de São Carlos - EESC-USP. Tem experiência na área de Engenharia de Produto, com ênfase em Engenharia de Turbinas