

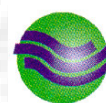
APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO JIRAU

MODELO REDUZIDO TRIDIMENSIONAL – ESCALA 1:100

**Relatório de Atividades Período de 01/12/2009 a
31/05/2010**

RA17-1051-10

Junho 2010



FUNDAÇÃO
CENTRO
TECNOLÓGICO
DE HIDRÁULICA
<http://www.fcth.br>

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA

MODELO REDUZIDO TRIDIMENSIONAL

**RELATÓRIO DE ATIVIDADES PERÍODO DE 01/12/2009 A
31/05/2010**

ESC. 1:100

RA17-1051

Interessada: Energia Sustentável do Brasil - ESBR

Junho de 2010

São Paulo

2010

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. ENSAIOS REALIZADOS	4
2.1. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDRÁULICO DO ARRANJO GERAL	4
2.2. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO JUNTO A CASA DE FORÇA DA MARGEM ESQUERDA	4
2.3. OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DE APROXIMAÇÃO AO VERTEDOIRO	4
2.4. EROSÕES A JUSANTE DO VERTEDOIRO (ENSAIOS COM FUNDO MÓVEL).....	5
3. PRINCIPAIS RESULTADOS ALCANÇADOS	6
3.1. ENSAIOS INICIAIS DE AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDRÁULICO DO ARRANJO GERAL.....	6
3.2. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO JUNTO À CASA DE FORÇA DA MARGEM ESQUERDA CF2.....	7
3.3. OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DE APROXIMAÇÃO AO VERTEDOIRO	9
3.4. EROSÕES A JUSANTE DO VERTEDOIRO (ENSAIOS COM FUNDO MÓVEL).....	10
4. EQUIPE TÉCNICA.....	11

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 3.1. Condições da aproximação a CF2.....	6
Foto 3.2. Condições de aproximação CF2.....	7
Foto 3.3. Condições de aproximação a CF2 Alternativa - 2B.	7
Foto 3.4. Aproximação à CF2 (Alternativa 4).....	8
Foto 3.5 - Aproximação à CF2 (Alternativa 4).....	8
Foto 3.6. Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – Q = 81.899 m³/s – Alternativa 7.....	9
Foto 3.7. Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – Q = 81.899 m³/s – Alternativa 7.....	9
Foto 3.8. . Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – Q = 59.731 m³/s – Alternativa 7.....	10

1. INTRODUÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Jirau está em fase de construção no Estado de Rondônia, cerca de 127 km a montante da cidade de Porto Velho, medidos ao longo do rio Madeira, localizado na bacia do rio Amazonas. Situado imediatamente a jusante da Cachoeira do Inferno, no local denominado Ilha do Padre, o AHE Jirau, conta com 46 unidades geradoras com previsão de potência instalada de 3.450 MW.

O arranjo é caracterizado pela disposição de duas casas de força equipadas com turbinas tipo bulbo, uma em cada margem; a da margem direita, com 28 unidades geradoras, denominada Casa de Força CF1 e a segunda, com 18 unidades geradoras, localizada na margem esquerda, denominada Casa de Força CF2. O vertedouro localiza-se na margem direita ao lado da CF1, constituído por 18 vãos munidos de comportas segmento para controle do nível d' água no reservatório.

O modelo reduzido tridimensional geral do Aproveitamento Hidrelétrico Jirau foi construído no Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos na escala 1:100, abrangendo uma área de aproximadamente 2.700 m². O mesmo se encontra em fase de ensaios desde Outubro de 2009 onde foram realizadas as seguintes campanhas de ensaios:

- ✓ Avaliação do comportamento Hidráulico do Arranjo Geral;
- ✓ Caracterização das condições do escoamento junto a Casa de Força da margem esquerda;
- ✓ Otimização das condições de aproximação ao vertedouro;
- ✓ Otimização da escavação a montante;
- ✓ Estudo da proteção da região de jusante da barragem;
- ✓ Verificação das condições de dissipação de energia estudo a fundo móvel a jusante do dissipador de energia.

Este relatório tem por objetivo apresentar de forma sucinta os principais ensaios realizados em modelo hidráulico reduzido do AHE Jirau.

2. ENSAIOS REALIZADOS

A seguir serão apresentadas as campanhas de ensaios realizados no modelo hidráulico tridimensional do AHE Jirau.

2.1. Avaliação do comportamento Hidráulico do Arranjo Geral

Esta fase de ensaios foi dividida em duas etapas:

- ✓ Fase 1 - Alternativa com a configuração original de projeto, para a qual foram estudadas algumas alternativas de muros de aproximação ao vertedouro e espigões objetivando melhores condições de aproximação a estrutura vertente;
- ✓ Fase 2 - Constituiu no estudo das condições de aproximação à CF1 e CF2 verificando possíveis alternativas para minimizar ou até mesmo eliminar o surgimento de vórtices e corrente de recirculação.

2.2. Verificação das condições de escoamento junto a casa de força da margem esquerda

Durante as fases de ensaio se mostraram necessárias melhorias nas condições do arranjo geral, dentre estas, as condições de aproximação a CF2. Em função das condições geológicas locais houve necessidade de alteração na posição do eixo da mesma, além de alterações nos canais de adução e de fuga. Diante deste fato se mostrou necessário a realização desta campanha de ensaios para avaliar as condições do escoamento junto a CF2. Nesta campanha foram ensaiadas nove alternativas sendo verificadas em toda as condições de aproximação a CF2, atentando ao surgimento de vórtices e correntes de recirculação.

2.3. Otimização das condições hidráulicas de aproximação ao vertedouro

Os estudos de aproximação ao vertedouro iniciaram-se em Dezembro de 2009 e desde então se mostrou a necessidade de melhorias. Devido às características desta obra, em que as velocidades de aproximação são relativamente altas, se fez necessário estudar a operação de alguns muros conjuntamente com o espigões. Nesta campanha de ensaios foram estudadas sete alternativas de muros de aproximação do lado direito e duas do lado esquerdo operando conjuntamente com espigão pelo lado esquerdo.

2.4. Erosões a jusante do vertedouro (Ensaio com fundo móvel)

Nesta fase de ensaios objetivou-se verificar as características das erosões a jusante da estrutura vertente e identificar os possíveis pontos suscetíveis a erosões significativas. Para estes ensaios iniciou-se como base a programação de ensaios nº 1020-JI2-ET-USC/HH-00014.

No modelo foi representado às características geológicas da região a jusante da estrutura vertente com brita de diâmetro médio variando de 0,5 a 1,0 cm o que equivale a 0,5 a 1,0 m no protótipo, sendo modelada a região da caixa de fundo móvel com a geometria e topografia indicada nos desenhos fornecidos pela projetista. Foram realizados ensaios para um total de quatro vazões de verificação: cheia média anual; centenária; milenar e decamilenar; que foram ensaiadas sucessivamente. A duração dos ensaios foi o suficiente para alcançar a estabilidade dinâmica dos perfis de erosão.

Atentou-se também ao longo destes ensaios, para as erosões na região do septo entre o canal de restituição do vertedouro e o canal de fuga da CF1 e as possíveis erosões causadas nos taludes do acesso localizado do lado esquerdo do vertedouro.

3. PRINCIPAIS RESULTADOS ALCANÇADOS

3.1. Ensaio Iniciais de avaliação do comportamento hidráulico do arranjo geral

Nestes ensaios iniciais se pode observar que o comportamento hidráulico da CF1 é bastante satisfatório, lembrando que o muro de aproximação direito do vertedouro ainda não está definido e a geometria do mesmo pode vir a induzir a formação de vórtices.

Com relação a CF2 as condições hidráulicas não se apresentaram satisfatórias surgindo correntes de recirculação com certa intensidade induzindo a formação de vórtices em algumas tomadas d' água, lembrando que nesta etapa do estudo o eixo da CF2 se encontrava nas condições originais. Para maiores detalhes vide RP02-1034-09-R0.

A Foto 3.1 ilustra as condições operacionais com 18 máquinas em funcionamento na CF1 e 18 máquinas na CF2 com o nível da água de montante fixado na cota 82,0 e o de jusante na cota 70,0 m.



Foto 3.1. Condições da aproximação a CF2.

A Foto 3.2 ilustra a corrente de recirculação formada na região direita da aproximação a CF2 para o ensaio 5 alternativa 1- B apresentada no relatório RP02-1034-09-R0.

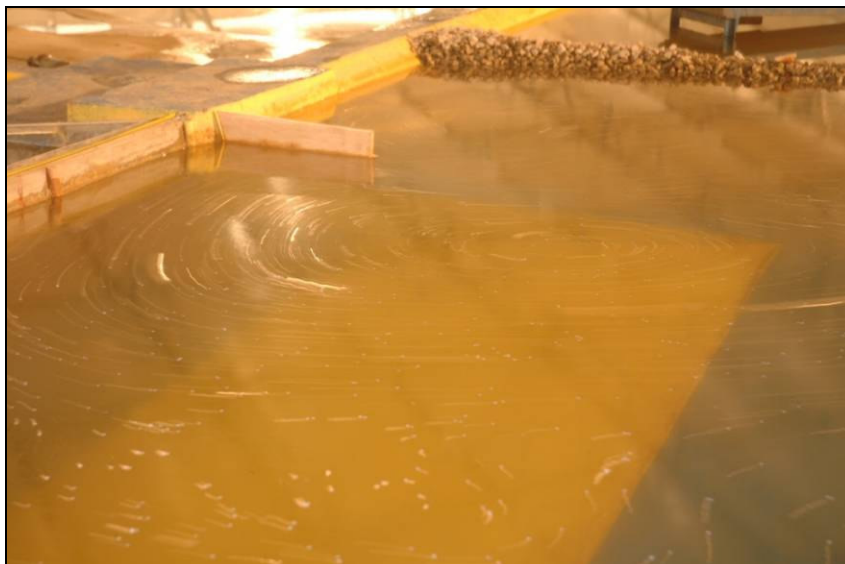


Foto 3.2. Condições de aproximação CF2.

A Foto 3.3 ilustra as condições de aproximação a CF2 pelo lado direito do ensaio 5 alternativa 2B.



Foto 3.3. Condições de aproximação a CF2 Alternativa - 2B.

3.2. Verificação das condições de escoamento junto à casa de força da margem esquerda CF2

Nesta fase de ensaios o eixo da Casa de Força 2 já havia sofrido alterações e as condições de aproximação se mostraram melhores que as antecedentes como apresentado no relatório parcial RP03-1034-09-R0. Concluiu-se também que o arrasamento da ensecadeira 4 de montante da cota 70,0 m com 150 m de extensão favorece as condições de aproximação a CF2.

Com o novo traçado do eixo o rebaixamento da cota do canal de adução para a cota 70,0 se mostrou desnecessário e mesmo o mantendo na cota 75,0 m as condições de aproximação se mostraram satisfatórias.

Para essas condições os vórtices observados são de baixa intensidade alcançando o nível dois na escala de Durgin e Hecker e são intermitentes. A Foto 3.4 e Foto 3.5 ilustram as condições de aproximação a CF2.



Foto 3.4. Aproximação à CF2 (Alternativa 4).



Foto 3.5 - Aproximação à CF2 (Alternativa 4)

3.3. Otimização das condições hidráulicas de aproximação ao vertedouro

Como já explanado neste relatório nesta fase de ensaios foram testados sete alternativas do muro de aproximação do lado direito, entretanto neste documento será apresentado à alternativa que melhor se desempenhou e para maiores detalhes consultar a nota técnica NT03-1051-09-R0.

Dentre as alternativas ensaiadas a que melhor se portou foi a alternativa 7, não ocorrendo grandes descolamentos e desníveis junto ao muro. A Foto 3.6 a Foto 3.8 ilustram as condições do escoamento.



Foto 3.6. Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – $Q = 81.899 \text{ m}^3/\text{s}$ – Alternativa 7.



Foto 3.7. Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – $Q = 81.899 \text{ m}^3/\text{s}$ – Alternativa 7.



Foto 3.8. . Detalhe das condições de aproximação pelo lado direito – $Q = 59.731 \text{ m}^3/\text{s}$ – Alternativa 7.

3.4. Erosões a jusante do vertedouro (Ensaio com fundo móvel)

Como era de se esperar houve uma erosão significativa a jusante da estrutura de dissipação de energia. Entretanto, o modelo mostrou que a estrutura do vertedouro se mantém protegida.

Os resultados destes estudos serão apresentados no RP04-1051-10



Figura 3.1. Erosões a jusante do vertedouro – TR 10.000 anos.

4. EQUIPE TÉCNICA

Área de Modelação de Obras Hidráulicas

Engenheiro José Carlos de Melo Bernardino
Engenheiro Kikuo Tamada
Engenheiro Bruno Pecini
Técnico Ozéas França

Coordenador da Área
Consultor do Estudo
Responsável pelo Estudo
Responsável pelos Ensaios

Emissão: São Paulo, 30 de Junho de 2010.	Documento No. RA17-1051-10
Elaborado por: Eng ^o Bruno Pecini	Assinatura:
Verificado por: Eng ^o Kikuo Tamada	Assinatura:
Aprovado por: Eng ^o José Carlos de Melo Bernardino	Assinatura: