

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – ET

Diretoria Socioambiental

Brasília, DF

**SISTEMA PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES
ENSAIOS EM MODELO REDUZIDO BIDIMENSIONAL**

UHE BELO MONTE

EMPRESA
NORTE ENERGIA SA

NÚMERO/CÓDIGO DO DOCUMENTO
ET_Nº 02 _PMMTP_11-09-12_LEME

EMPRESAS PARTICIPANTES

LEME
ENGENHARIA

SETEMBRO/2012

QUADRO DE CONTROLE DE REVISÕES

REV. (a)	DATA (b)	HISTÓRICO (c)	NOME DO TÉCNICO (d)	FUNÇÃO (e)	EMPRESA (f)
01	11/09/12		Ricardo Junho		Leme

REV. (a): Inserir o número da revisão, com dois dígitos, a se iniciar na versão 00, ou seja, a de criação do documento.

DATA (b): Data referente à revisão citada na primeira coluna.

HISTÓRICO (c): Informação referente a etapa de revisão do documento, (Ex. criação, revisão, adequações), se possível listando as principais necessidades de ajustes.

NOME DO TÉCNICO (d): Nome do técnico responsável pela revisão do documento.

FUNÇÃO (e): Função do técnico responsável pela revisão

EMPRESA (f): Empresa a qual o técnico responsável pela revisão representa.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	1
2. CARACTERÍSTICAS DO CANAL EM PROTÓTIPO	2
3. MODELO BIDIMENSIONAL	3
4. PROGRAMA DE ENSAIOS	5
5. PRODUTOS	7
6. PRAZO, PREÇOS E CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO	8
7. OUTRAS CONDIÇÕES	9
8. ANEXOS.....	10

1. APRESENTAÇÃO

O Sistema de Transposição de Peixes (STP) da UHE Belo Monte será constituído por um canal, como apresentado no Projeto de Implantação e Monitoramento correspondente, constante do Programa de Conservação da Ictiofauna que é parte integrante do Projeto Básico Ambiental.

Os principais parâmetros de projeto desse canal de transposição, a saber, declividade longitudinal, largura do fundo, profundidade média, velocidades média e máxima, e potência específica máxima do escoamento foram definidos, de forma teórica, no âmbito dos estudos desenvolvidos no PBA.

Em decorrência da profundidade média definida para o escoamento de 2,5 m, função da biomassa e porte de peixes esperado no sistema de transposição de peixes da UHE Belo Monte, foram adotados dissipadores de energia do escoamento no canal compostos por diques transversais construídos em gabião, dotados de abertura para passagem do escoamento e dos peixes.

Para definir o valor e a geometria dessa abertura que forneçam a vazão de projeto e para garantir condições de escoamento no interior dos tanques apropriadas à passagem de peixes são necessários estudos específicos em modelo reduzido bidimensional, conforme recomendação constante do PBA.

Este documento constitui, assim, o programa de ensaios no modelo reduzido tridimensional geral da UHE Belo Monte constituído, essencialmente, por medições de velocidades no Canal de Fuga da Casa de Força Complementar, com o objetivo de subsidiar o posicionamento da entrada do Sistema de Transposição de Peixes.

Nesse contexto, este documento apresenta diretrizes gerais e requisitos mínimos para elaboração de proposta técnica e comercial para o modelo hidráulico reduzido bidimensional do canal de transposição de peixes da UHE Belo Monte, a ser construído. Os ensaios a serem realizados permitirão a obtenção de parâmetros geométricos e hidráulicos necessários à elaboração do Projeto Executivo.

2. CARACTERÍSTICAS DO CANAL EM PROTÓTIPO

O canal de transposição peixes (CTP) projetado para a UHE Belo Monte será constituído por uma série de tanques separados por diques transversais construídos em gabião, que possuem uma abertura para passagem do escoamento e dos peixes. As aberturas, em princípio, ficarão em lados alternados de diques adjacentes. O arranjo geral do canal é apresentado no **Anexo 1**.

A seção transversal do canal será trapezoidal, com largura de base de 6,0 m e taludes laterais com inclinação 1V:2H. Possuirá um trecho de maior extensão, com 1.050 m de comprimento, com declividade de 1,43%, e outro, com comprimento de 70 m e declividade de 1,14%.

A profundidade média do escoamento será de 2,50 m. Para a carga hidráulica entre tanques de 0,20 m (velocidade de 2,0 m/s), as profundidades a montante e a jusante dos obstáculos serão de 2,60 m e 2,40 m, respectivamente.

Para o trecho de maior extensão, com declividade de 1,43%, o comprimento dos tanques entre os eixos dos defletores será de 14,0 m, o que fornecerá a carga hidráulica de 20 cm. Considerando os diques de gabião com largura de 2,0 m na base, o comprimento útil no fundo de cada tanque será de 12,0 m.

A vazão pelo canal no trecho em escoamento normal, aqui definido como aquele sem influência do nível d'água do canal de fuga, deverá ser constante e igual a 12,0 m³/s, para a profundidade média de 2,5 m. A velocidade média correspondente será de 0,44 m/s e a potência específica do escoamento, de 130,8 W/m³. A partir de cálculos teóricos, a largura da abertura junto ao fundo foi estimada em 2,0 m.

O objetivo dos ensaios em modelo hidráulico reduzido bidimensional será a verificação, otimização e caracterização das condições de escoamento do canal de transposição de peixes.

3. MODELO BIDIMENSIONAL

O laboratório deve considerar que as proposições apresentadas a seguir devem ser objeto de avaliação crítica. Em função da sua experiência pode e deve apresentar as adequações que julgar necessárias.

O laboratório deverá construir o canal trapezoidal na escala geométrica 1:10.

Para tanto, poderá ser construída estrutura de ensaios específica para esse fim ou, caso possível, implantado o canal de ensaios em canal retangular já existente no laboratório.

O comprimento do modelo deverá ser suficiente para permitir a adequada simulação das condições de escoamento no interior dos tanques, com condições adequadas de aproximação e restituição do escoamento.

Deverão ser implantados dez tanques, com comprimentos mínimos dos canais de aproximação e restituição da ordem de 1,5 vezes o comprimento dos tanques. Considerando o comprimento de cada tanque de 14 m em protótipo, o comprimento do modelo deverá ser de aproximadamente 20 m, para a escala 1:10. Para canal com altura de 5,0 m em protótipo, a largura do modelo será da ordem de 3,0 m. Dessa forma, o modelo deverá ocupar uma área máxima de 60 m².

A critério do laboratório, o canal de ensaios poderá ser construído em chapas de madeira, com os tratamentos necessários para a devida impermeabilização. A superfície do canal poderá ser mantida lisa ou revestida com pedriscos ou chapisco, de modo a reproduzir a rugosidade esperada para as laterais e fundo do canal.

Os defletores deverão ser confeccionados com tela e brita com malha e diâmetro representativos, na medida do possível, das características esperadas para os gabiões a serem efetivamente implantados no protótipo. Os defletores deverão ter arcos de círculos nas arestas da abertura e não arestas vivas, como indicado no **Anexo 1**. De forma similar, os gabiões deverão ser construídos em camadas de diferentes larguras e não com largura constante, como indicado. A geometria inicial dos defletores para teste será fornecida oportunamente.

Os defletores também deverão ter uma ranhura pelo seu eixo longitudinal (perpendicular às paredes laterais do canal) para a introdução e remoção de chapa metálica esbelta, que permita a realização de ensaios considerando os defletores permeáveis ou impermeáveis. A condição de defletores impermeáveis poderá ocorrer eventual e futuramente no protótipo, na hipótese de obstrução e/ou colmatação dos gabiões por material flutuante ou em suspensão.

O modelo deverá ser dotado, a montante, de sistema de alimentação de água provido de tranquilizadores e dispositivos de medição de vazão com precisão compatível com a magnitude das vazões a serem ensaiadas.

A vazão máxima de ensaios deverá ser da ordem de 20 m³/s, referida a valores de protótipo.

Na extremidade de jusante do modelo deverá ser instalada comporta para auxiliar a imposição do regime escoamento “uniforme” no canal, ou seja, com profundidades iguais do escoamento na metade do comprimento dos tanques. Sugere-se a utilização de comporta tipo mitra simplificada, com as duas partes laterais articuladas em eixos verticais nas extremidades, deslocando-se horizontalmente para jusante, de modo a impor o escoamento através de abertura central, em condição de escoamento relativamente similar àquela nos defletores.

O canal deverá dispor de régua instaladas ao longo do seu comprimento que permitam a medição das profundidades do escoamento, de modo a obter a profundidade normal do escoamento, mediante a operação da comporta de jusante.

4. PROGRAMA DE ENSAIOS

Os ensaios serão realizados em duas etapas. A primeira etapa possuirá caráter experimental e consistirá do ensaio da configuração inicial proposta para os defletores e verificação da profundidade normal do escoamento para a vazão normal de projeto do canal. E a segunda etapa compreenderá a caracterização do escoamento para a configuração adotada, para comparação com o protótipo e subsídio para futuras avaliações de eficiência do canal.

Na primeira etapa, serão ensaiadas até três aberturas para os defletores, para a condição de blocos impermeáveis, para a vazão de $12 \text{ m}^3/\text{s}$. A partir dos resultados obtidos, será implantada no canal a abertura que forneça a vazão de projeto do canal, $12 \text{ m}^3/\text{s}$, para a profundidade normal de escoamento prevista, 2,5 m, para a condição de blocos impermeáveis. Esses serão os ensaios da Série A.

Nessa configuração serão avaliadas as condições de escoamento para a vazão de $12 \text{ m}^3/\text{s}$, com blocos impermeáveis, e a necessidade ou conveniência de introdução de ajustes ou melhorias nos tanques, tais como defletores intermediários, soleira junto à abertura do defletor, ou outras, até se obterem condições de escoamento satisfatórias.

Para efeito de previsão de trabalho, considera-se que poderão ser realizados ensaios de até três configurações dos defletores e/ou tanques, a fim de atingir-se a configuração que forneça as condições de escoamento desejadas. Esses constituirão os ensaios da Série B.

Caso os ensaios da Série B sejam efetivamente realizados, poderão ser necessários novos ensaios com aberturas adicionais para os defletores impermeáveis, para a obtenção da vazão de projeto do canal para a profundidade normal de escoamento prevista. Para efeito de previsão de trabalho, considera-se que poderão ser realizados ensaios de até duas configurações adicionais dos defletores. Esses serão os ensaios da Série C.

Nessa nova configuração serão avaliadas as condições de escoamento para a vazão de $12 \text{ m}^3/\text{s}$, com blocos impermeáveis, e para vazão superior, correspondente à profundidade normal de escoamento de 2,5 m, com blocos permeáveis. Para efeito de programação considera-se que essa vazão será da ordem de $18 \text{ m}^3/\text{s}$, o que será confirmado durante a realização dos ensaios. Esses ensaios serão os da Série D.

Para cada ensaio dessa primeira etapa deverá ser feito o registro fotográfico e em vídeo das características de escoamento de interesse, tais como recirculações, vorticidades, dentre outros, com o auxílio de corante ou confete.

A segunda etapa compreenderá as atividades apresentadas a seguir.

Determinação da curva de descarga da configuração adotada, tanto para a condição de defletores impermeáveis quanto permeáveis, através da realização de ensaios com três vazões em cada condição. Esses ensaios constituirão a Série 1.

Medição de parâmetros hidráulicos de interesse, para a vazão de 12 m³/s, com blocos impermeáveis e 18 m³/s, com blocos permeáveis, em 9 pontos igualmente distribuídos no interior de um tanque típico, tais como profundidade, oscilação de NA e magnitude e direção de velocidades instantâneas, em três profundidades, com o uso de ADV. Esses serão os ensaios da Série 2.

Em todos os ensaios deverá ser feito registro fotográfico e em vídeo das condições de escoamento relevantes, à semelhança dos ensaios da primeira etapa.

As condições de ensaios da primeira e segunda etapas, com dimensões referidas a protótipo, encontram-se resumidas no **Quadros 4-1 e Quadro 4-2**.

Quadro 4 -1 – Condições de Ensaios da Primeira Etapa

Série	Ensaio	Vazão (m ³ /s)	Abertura (m)	Profundidade (m)	Geometria Tanque/Defletor	Defletor	Situação
A	1	12	2,0	A determinar	Inicial	Impermeável	Executar
A	2	12	A2	A determinar	Inicial	Impermeável	Executar
A	3	12	A3	A determinar	Inicial	Impermeável	Executar
A	4	12	A4	2,5	Inicial	Impermeável	Executar
B	1	12	A4	A determinar	Soleira	Impermeável	<i>Eventual</i>
B	2	12	A4	A determinar	Defletor Adicional	Impermeável	<i>Eventual</i>
B	3	12	A4	A determinar	Final	Impermeável	<i>Eventual</i>
C	1	12	A5	A determinar	Final	Impermeável	<i>Eventual</i>
C	2	12	A6	A determinar	Final	Impermeável	<i>Eventual</i>
D	1	12	A6	2,5	Final	Impermeável	Executar
D	2	18*	A6	2,5	Final	Permeável	Executar

Obs.: Vazão a ser confirmada posteriormente

Quadro 4 -2 – Condições de Ensaios da Segunda Etapa

Série	Ensaio	Vazão (m ³ /s)	Abertura (m)	Profundidade (m)	Geometria Tanque/Defletor	Defletor
1	1	4	A6	A determinar	Final	Impermeável
1	2	8	A6	A determinar	Final	Impermeável
1	3	14*	A6	A determinar	Final	Impermeável
1	4	6	A6	A determinar	Final	Permeável
1	5	12	A6	A determinar	Final	Permeável
1	6	20*	A6	A determinar	Final	Permeável
2	1	12	A6	2,5	Final	Impermeável
2	2	18*	A6	2,5	Final	Permeável

Obs.: Vazão a ser confirmada posteriormente

5. PRODUTOS

Prevê-se a emissão de Informes Técnicos e Relatório geral das atividades desenvolvidas e resultados obtidos, conforme a seguinte sugestão:

Informe Técnico nº 1: Construção do Modelo

Informe Técnico nº 2: Estudos de Alternativas e Otimização

Informe Técnico nº 3: Caracterização do Escoamento

Relatório Final: Relatório Final dos Estudos

Os ensaios deverão ser devidamente documentados através de fotografias e vídeos, que deverão constar dos documentos emitidos pelo laboratório. Cada ensaio, com suas condições de vazão, níveis d'água, geometria, etc., deverá ser identificado de forma clara e precisa.

6. PRAZO, PREÇOS E CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

O prazo total máximo estimado para a realização dos trabalhos e emissão do Relatório Final é de 4 (quatro) meses, sendo 1,5 (um e meio) mês relativo à construção do modelo, 1 (um) mês de execução dos ensaios da primeira etapa, 0,5 (meio) mês para os ensaios da segunda etapa, e 1 (um) mês para elaboração do relatório final.

O laboratório deverá apresentar cronograma de trabalho, preços e cronograma de desembolso mensal para a execução de todos os ensaios apresentados nos **Quadros 4-1 e 4-2**, separados por série de ensaios. Dessa forma, será possível deduzir do preço total aqueles relativos aos ensaios na situação *Eventual* do **Quadro 4-1**, caso não venham a ser realizados.

O laboratório deverá apresentar, também, preço mensal de aluguel da área ocupada pelo modelo, para a manutenção do modelo após a conclusão dos serviços, caso desejado.

7. OUTRAS CONDIÇÕES

A **Norte Energia** e/ou seus representantes credenciados terão direito a todas as facilidades para acompanhamento dos trabalhos, devendo ser facultado franco acesso ao modelo reduzido, aos estudos em andamento e à documentação técnica.

Antes da realização dos ensaios de cada série, deverá ser realizada campanha exploratória com avaliação expedita das condições de escoamento para as vazões previstas, em conjunto, com representantes da **Norte Energia**, para confirmação da programação e avaliação de outros aspectos de interesse, se for o caso.

No decorrer dos estudos, o laboratório deverá fornecer dados e informações parciais através de planilhas ou Notas Técnicas, quando solicitado pela **Norte Energia** e/ou seus representantes credenciados.

8. ANEXOS

SISTEMA PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES
ENSAIOS EM MODELO REDUZIDO BIDIMENSIONAL

Anexo 1 - Geometria dos Tanques e Defletores

