

SUMÁRIO – 13.3.6 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

13.3.6. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES	13.3.6-1
13.3.6.1. ANTECEDENTES	13.3.6-1
13.3.6.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES	13.3.6-1
13.3.6.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO.....	13.3.6-2
13.3.6.3. RESULTADOS E AVALIAÇÃO.....	13.3.6-4
13.3.6.4. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS	13.3.6-11
13.3.6.5. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO	13.3.6-11
13.3.6.6. ANEXOS	13.3.6-12

13.3.6. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

13.3.6.1. ANTECEDENTES

No segundo relatório semestral consolidado foi encaminhado ao IBAMA a necessidade de ajustes no cronograma do PBA, antecipando para T3 de 2012 o produto “Consolidar os critérios de projeto do Sistema de Transposição de Peixes”, previsto originalmente para T1 de 2013. Sendo assim, no primeiro semestre de 2012 foi feita a análise do Projeto Básico Consolidado (PBC), necessária para a definição das especificações técnicas para a contratação dos modelos reduzidos bidimensional e tridimensional. Segundo o cronograma original do projeto, essa atividade estava prevista para T1 de 2013. Em contrapartida postergou-se a realização do estudo em modelo reduzido bidimensional, originalmente previsto para T2 de 2012, tendo em vista a cronologia mais adequada para a execução dessa atividade.

13.3.6.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES

Em reunião realizada na Norte Energia, em Brasília, em 08 de agosto de 2012, com a participação de representantes da Norte Energia, do Consórcio Projetista e da Leme Engenharia, foram confirmados os critérios gerais de projeto do STP adotados no PBA.

Em setembro de 2012 foi emitida a versão final da Especificação técnica (ET) para os ensaios em modelo reduzido tridimensional geral, com objetivo de subsidiar o posicionamento da entrada do STP (**Anexo 13.3.6 - 1**). Os ensaios foram realizados nos meses de setembro e outubro de 2012 e, ao seu final, foi emitido pelo LACTEC CEHPAR o Relatório Nº 04 – Estudo do Escoamento a Jusante da Casa de Força Complementar para Fins de Definição do Sistema de Transposição de Peixes (**Anexo 13.3.6 - 2**). A análise desse relatório foi objeto de Nota Técnica emitida para a NESA em dezembro de 2012 (**Anexo 13.3.6 - 3**).

Também em setembro de 2012 foi emitida a versão final da Especificação Técnica (ET) para os ensaios em modelo reduzido bidimensional (**Anexo 13.3.6 - 4**), cuja construção do modelo foi concluída em dezembro de 2012, com objetivo de definir a geometria dos dissipadores de energia (defletores) do interior do canal do STP. Os ensaios foram iniciados em dezembro de 2012, tendo sido realizadas, até o momento, duas visitas ao modelo para acompanhamento dos ensaios exploratórios de geometria dos defletores.

13.3.6.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico é apresentado na sequência.

PACOTE DE TRABALHO: 13.3.6 Projeto de Implantação e Monitoramento de Mecanismo para Transposição de Peixes

Atividades Produtos	Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Pimental) ↓ Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força complementar ↓ Início geração comercial da 1ª UG CF Complementar ↓ Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte) ↓ Entrada operação última UG da CF Complementar ↓ Início geração comercial CF Principal ↓
------------------------------	---

Item	Descrição	2011				2012				2013				2014				2015				2016			
		T1	T2	T3	T4																				

CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO

13 **13. PLANO DE CONSERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS**

13.3 **13.3 Programa de Conservação da Ictiofauna**

13.3.6 **13.3.6 Projeto de Implantação e Monitoramento de Mecanismo para Transposição de Peixes**

1	Consolidação dos critérios de projeto do STP																								
1	Consolidação dos critérios de projeto do STP																								
2	Estudos em modelo reduzido bidimensional																								
2	Estudos em modelo reduzido bidimensional																								
3	Confirmação da posição da entrada em modelo reduzido tridimensional																								
3	Confirmação da posição da entrada em modelo reduzido tridimensional																								
4	Implantação do sistema de transposição de peixes																								
4	Implantação do sistema de transposição de peixes																								
5	Comissionamento do sistema de transposição de peixes																								
5	Comissionamento do sistema de transposição de peixes																								
6	Avaliação da performance do sistema de transposição de peixes																								
6	Avaliação da performance do sistema de transposição de peixes																								
7	Realização de workshops e elaboração de relatórios para o Ibama																								
7	Realização de workshops e elaboração de relatórios para o Ibama																								
8	Implantação de Melhorias na Operação do Sistema de Transposição de Peixes																								
8	Implantação de Melhorias na Operação do Sistema de Transposição de Peixes																								

LEGENDA Informação do PBA Realizado Previsto até fim do produto

13.3.6.3. RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Critérios Gerais de Projeto do STP

De forma geral, para o projeto do canal de peixes do STP foram mantidos os critérios e valores das variáveis adotados no PBA. As principais modificações se referem à declividade, que foi adotada única e igual a 1,408 %, enquanto que no PBA apresentava dois valores, de 1,429 % e 1,143 %, e a inclinação dos taludes laterais do canal que passou de 1V: 2,0H para 1V:1,8H. As principais características geométricas e do escoamento adotadas para o Projeto Executivo encontram-se, respectivamente, no **Quadro 13.3.6 - 1** e no **Quadro 13.3.6 - 2**.

Quadro 13.3.6 - 1 – Características dos Tanques e Defletores do Canal

VARIÁVEL	VALOR
Largura da Base dos Tanques (m)	6,0
Inclinação dos Taludes Laterais	1V:1,8H
Profundidade Média do Escoamento (m)	2,50
Largura Média do Escoamento nos Tanques (m)	10,50
Distância entre Eixo de Defletores (m)	14,20
Declividade (%)	1,40845
<i>Carga Hidráulica Máxima por Defletor (m)</i>	<i>0,20</i>
Comprimento Útil dos Tanques (m)	12,20
<i>Largura Mínima das Aberturas (m)</i>	<i>2,00</i>

Quadro 13.3.6 - 2 – Características do Escoamento no Canal

VARIÁVEL	VALOR
Vazão (m ³ /s)	12,0
Carga Hidráulica Máxima nos Defletores (m)	0,20
Velocidade Máxima (m/s)	2,00
Velocidade Média (m/s)	0,26
Lâmina Mínima (m)	2,40
Lâmina Média (m)	2,50
Lâmina Máxima (m)	2,60
Dissipação de Energia Máxima (W/m ³)	130
Obs: Os parâmetros apresentados foram obtidos em cálculo teórico e se referem ao trecho da escada com escoamento normal, ou seja, sem efeitos de remanso provocados pelo nível d'água a jusante, exceto a vazão, que é a mesma ao longo de toda a escada.	

Posição da Entrada do STP

A localização da entrada é provavelmente o aspecto mais importante de qualquer STP e, se os peixes não conseguirem localizá-la, a passagem fracassará, o que faz com que esse componente do STP deva ser o primeiro a ser definido (Clay 1995). A entrada do STP foi posicionada no canal de fuga da casa de força complementar, considerando o comportamento de peixes em migração para montante que, usualmente, tendem a se concentrar na região próxima à saída do tubo de sucção das turbinas (Larinier, 2002 e FAO/DVWK, 2002). Para a efetiva atração dos peixes do canal de fuga ao canal de entrada do STP são necessárias velocidades superiores às do escoamento no canal de fuga, que, em geral, são da ordem de 1,5 m/s. Como a posição mais adequada da entrada é de difícil avaliação teórica é usual a utilização de ensaios em modelo reduzido para subsidiar a definição da sua localização (Clay, 1995).

O arranjo geral da entrada do STP adotado no Projeto Básico Consolidado (PBC), que é essencialmente aquele do Projeto Básico Ambiental (PBA) pode ser observado na **Figura 13.3.6 - 1**.

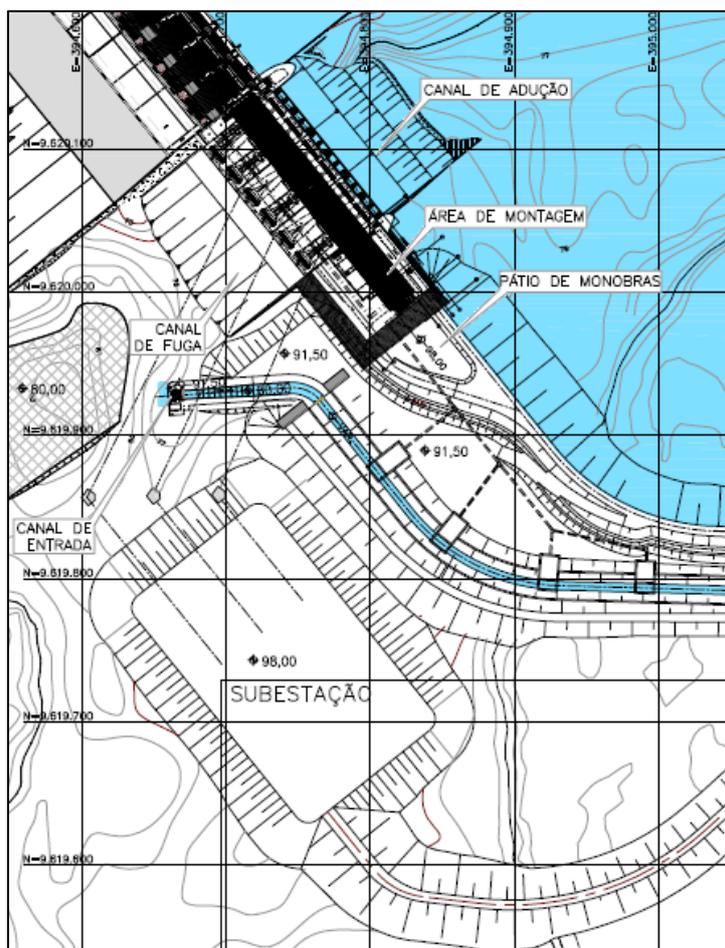


Figura 13.3.6 – 1 - Arranjo geral parcial do STP com a localização proposta para a entrada no PBC (Desenho BEL-C-PM-DE-GER-000-0002, PBC-UHE Belo Monte).

Além dos aspectos relativos às velocidades do escoamento, a configuração da entrada do STP em relação às estruturas do aproveitamento deve favorecer a localização da entrada pelos peixes e ser projetada de modo a evitar o surgimento de indesejáveis correntes de recirculação intensas, que podem, também, dificultar a localização da entrada por peixes (Clay, 1995). Assim, os ensaios realizados no modelo reduzido contemplaram a implantação de dique a jusante da posição do canal de entrada para duas alternativas denominadas Alternativa Inicial, com dique paralelo ao eixo do canal de fuga, e Alternativa Final, com dique inclinado entre o canal de fuga e a subestação. Os arranjos em planta de ambas as alternativas, juntamente com a locação dos pontos de medição de velocidades, são apresentados na **Figura 13.3.6 – 2** e na **Figura 13.3.6 – 3**.

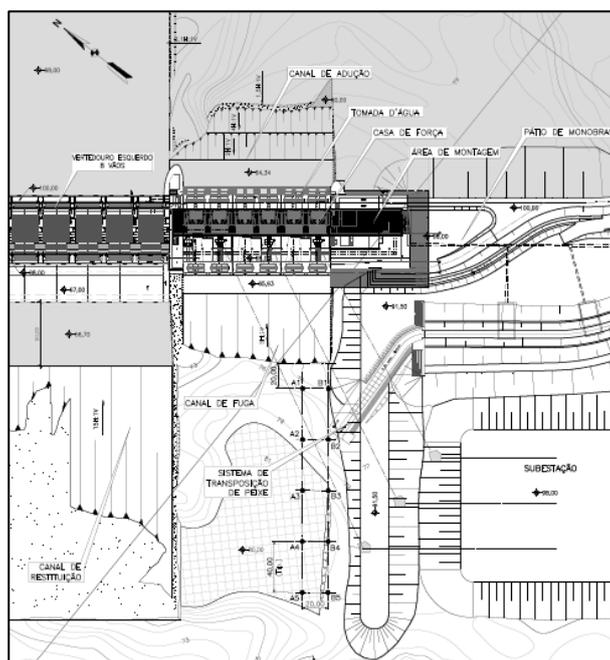


Figura 13.3.6 – 2a – Arranjo em planta da Alternativa Inicial para dique junto à entrada do STP (Anexo 1, LEME (2012a)).

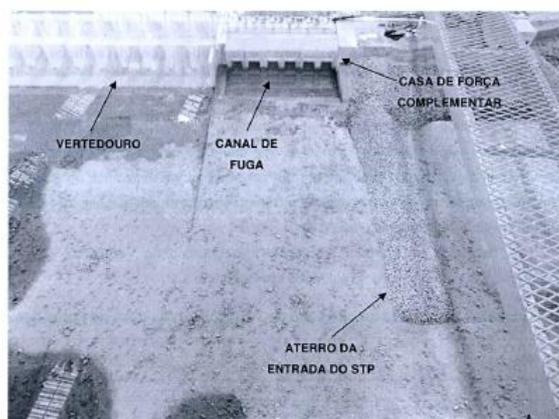


Figura 13.3.6 – 2b – Arranjo em planta da Alternativa Inicial para dique junto à entrada do STP (Figura 3, LACTEC CEHPAR (2012)).

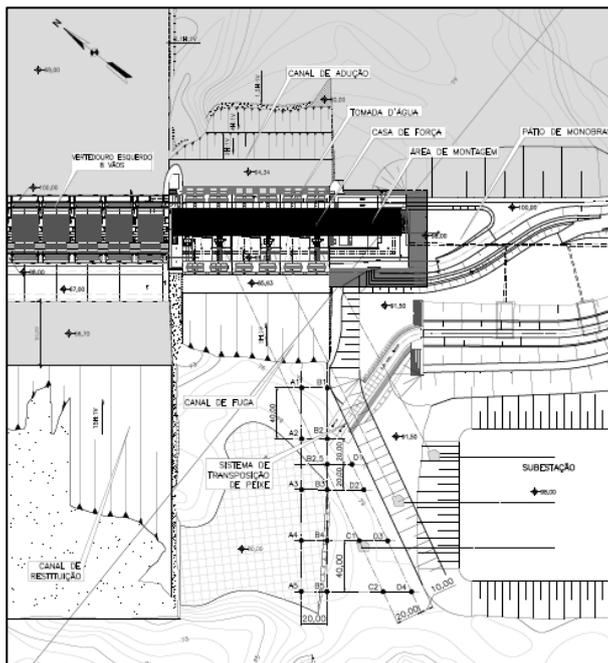


Figura 13.3.6 – 3a – Arranjo em planta da Alternativa Final para dique junto à entrada do STP (Anexo 2, LEME (2012a)).

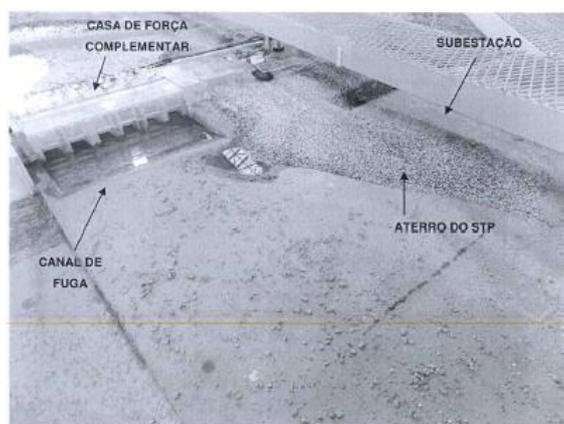


Figura 13.3.6 – 3b – Arranjo em planta da Alternativa Final para dique junto à entrada do STP (Figura 8, LACTEC CEHPAR (2012)).

Após a realização dos ensaios, concluiu-se pela adoção da Alternativa Final, em função da ocorrência de velocidades de escoamento mais favoráveis à identificação da entrada do STP por peixes. A posição e geometria propostas para o canal de entrada encontram-se na **Figura 13.3.6 – 4**.

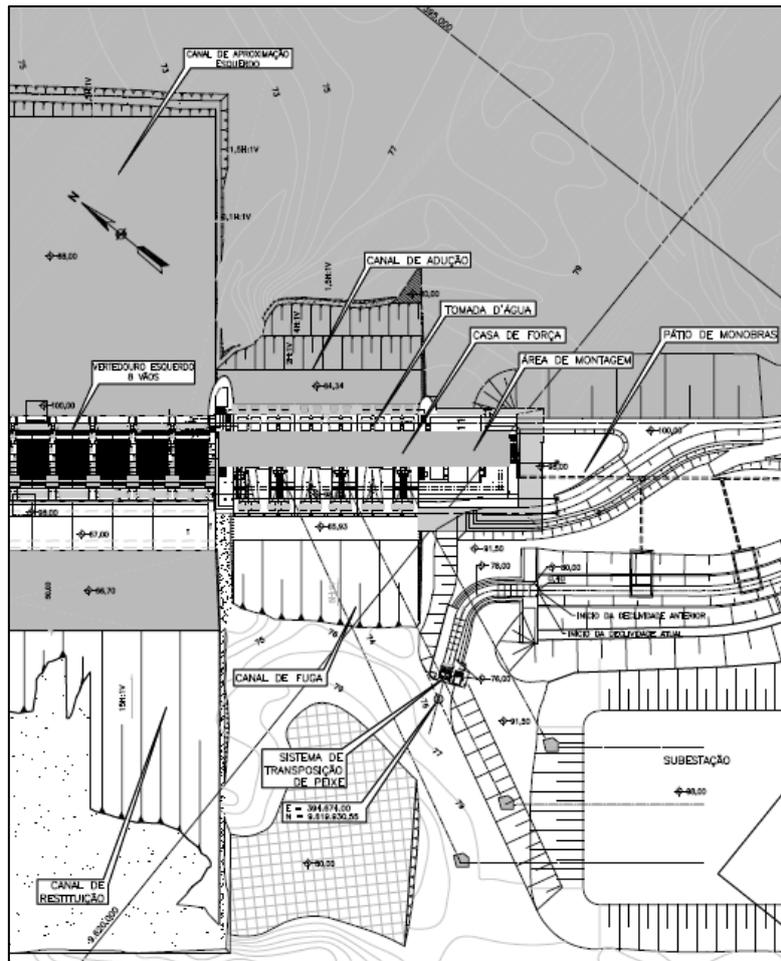


Figura 13.3.6 – 4 – Posição e Geometria propostas para o Canal de Entrada do STP (Figura 3.7, LEME (2012b)).

Geometria dos Defletores do Canal do STP

A geometria de tanques e defletores adotada para ensaios iniciais no modelo reduzido bidimensional é apresentada na **Figura 13.3.6 – 5**.

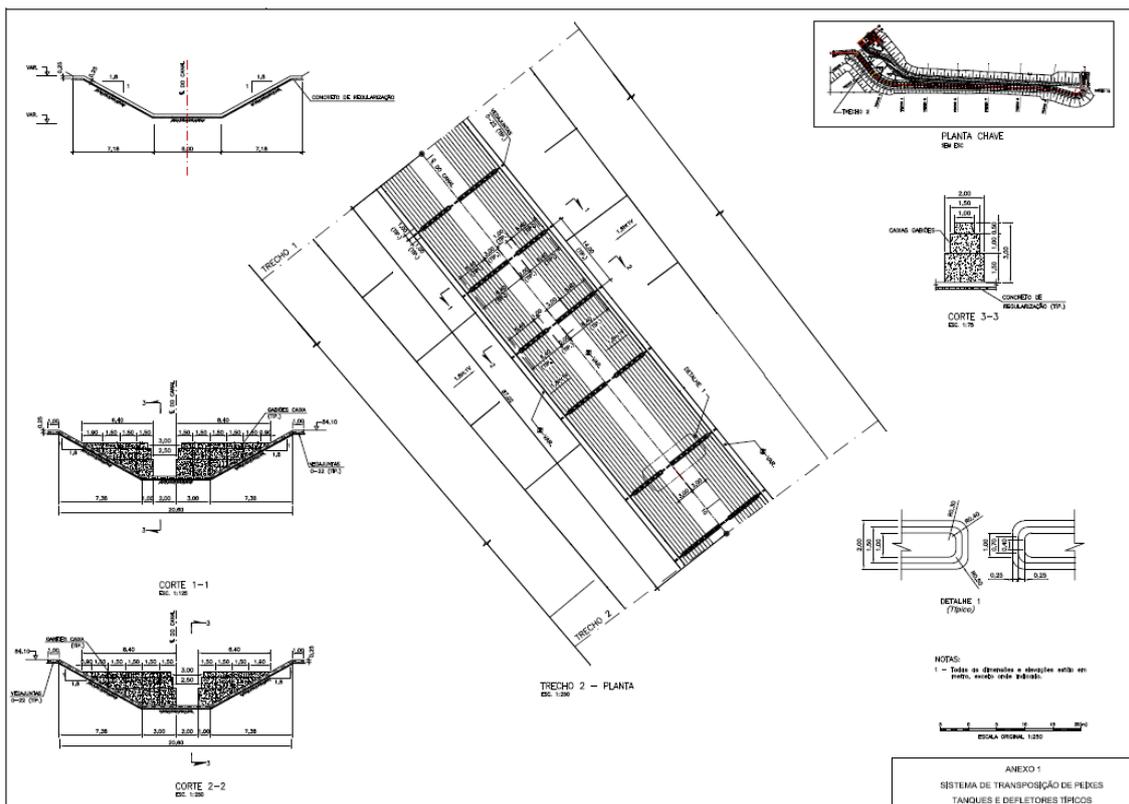


Figura 13.3.6 – 5 – Geometria Inicial proposta para Tanques e Defletores do Canal (Anexo 1, LEME (2012c)).

Foram realizados ensaios exploratórios em visitas ao laboratório nos dias 10 e 17 de dezembro de 2012. Para a geometria proposta inicialmente para os defletores, observou-se que o escoamento apresentava sinuosidade maior que a esperada com escoamento assimétrico junto à abertura dos defletores. O escoamento proveniente da abertura incidia sobre o defletor subsequente, criava uma superelevação do escoamento junto ao paramento frontal do defletor que gerava recirculações no interior do tanque que, por sua vez, causavam oscilação transversal do nível d'água no interior dos tanques. Em resumo, as condições de escoamento não eram adequadas.

Para reduzir os aspectos indesejados do escoamento inicial, foram introduzidos defletores intermediários em lados opostos e a meio comprimento dos tanques, um com comprimento igual ao de montante, para orientar o escoamento de forma a incidir frontalmente na abertura de jusante, e outro com comprimento menor, para reduzir recirculações. As condições de escoamento apresentaram melhora significativa, mas ainda com alguma oscilação transversal de nível d'água. Aspectos do escoamento para essa geometria encontram-se na **Figura 13.3.6 – 6** e na **Figura 13.3.6 – 7**.

Embora as condições de escoamento já pudessem ser consideradas aceitáveis, a impressão dos profissionais envolvidos nos estudos, da LEME, do Consórcio Projetista, da Norte Energia e do LACTEC, era de que a implantação de aberturas alinhadas produziria condições de escoamento melhores. Assim, realizaram-se ensaios adicionais com outras geometrias tendo-se concluído pela adoção de duas aberturas alinhadas com 1,0 m de largura mínima na região central do canal,

separadas por uma estrutura intermediária de gabião. A **Figura 13.3.6 – 8** e a **Figura 13.3.6 – 9** apresentam essa geometria com soleiras de fundo, mas, para a continuidade dos estudos, optou-se por eliminar as soleiras, o que reduz significativamente eventuais trabalhos de resgate de peixes nas ocasiões em que for necessária a redução de níveis d'água no interior do canal ou mesmo seu esvaziamento. Essa geometria também apresentou boas condições de escoamento, que podem ser observadas na **Figura 13.3.6 – 10**.



Figura 13.3.6 – 6 - Escoamento para a Geometria Inicial Modificada



Figura 13.3.6 – 7 - Escoamento para a Geometria Inicial Modificada (Detalhe)



Figura 13.3.6 – 8 - Escoamento para a Geometria Otimizada (com soleiras)



Figura 13.3.6 – 9 - Escoamento para a Geometria Otimizada (com soleiras)



Figura 13.3.6 – 10 - Escoamento para a Geometria Adotada

13.3.6.4. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

As atividades encontram-se de acordo com as metas previstas para o projeto, não havendo necessidade de ajustes.

13.3.6.5. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Cristiane Peixoto Vieira	Engenheira Civil, M.Sc.	Coordenação Geral	CREA/MG 57.945D	2.010.648
André Jean Deberdt	Biólogo, M. Sc.	Coordenador de Meio Ambiente	CRBio 23.890/01-D	490.315
Ricardo Ahouagi Carneiro Junho	Engenheiro Civil, Dr.	Consultor	CREA/RJ 20.373D	294.787

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Alexandre Lima Godinho	Biólogo, Ph.D.	Consultor	CRBio 04723/04-D	889.864

13.3.6.6. ANEXOS

Anexo 13.3.6 - 1 – UHE Belo Monte, Especificação Técnica - Sistema para Transposição de Peixes, Ensaios em Modelo Reduzido Tridimensional Geral. LEME. Belo Horizonte, Setembro de 2012.

Anexo 13.3.6 - 2 – Projeto HL-174 – Estudos Hidráulicos em Modelo Reduzido da Usina Hidrelétrica Belo Monte, Sítio Pimental. Relatório Nº 04 – Estudo do Escoamento a Jusante da Casa de Força Complementar para Fins de Definição do Sistema de Transposição de Peixes. LACTEC CEHPAR. Curitiba, Novembro de 2012.

Anexo 13.3.6 - 3 – UHE Belo Monte, Nota Técnica - Sistema para Transposição de Peixes, Análise dos Ensaios em Modelo Reduzido Tridimensional Geral. LEME. Belo Horizonte, Dezembro de 2012.

Anexo 13.3.6 - 4 – UHE Belo Monte, Especificação Técnica - Sistema para Transposição de Peixes, Ensaios em Modelo Reduzido Bidimensional. LEME. Belo Horizonte, Setembro de 2012.

Anexo 13.3.6 - 5 – Referências Bibliográficas.