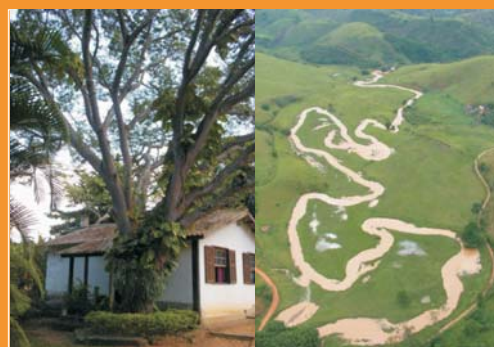
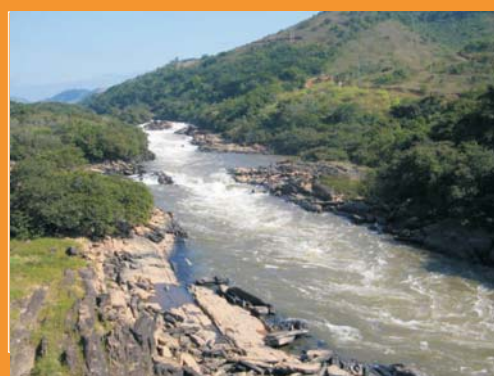
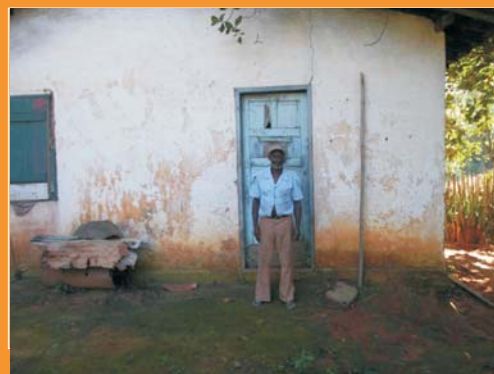




AHE SIMPLÍCIO QUEDA ÚNICA PROJETO BÁSICO AMBIENTAL



PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E
MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA
Subprograma de Implementação de
Sistema de Transposição de Peixes

Novembro / 2006



0	13/11/2006	Emissão Final	RACJ	FAR	CGM/ SLFC
REV.	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.
CLIENTE:					
					
EMPREENHIMENTO:					
AHE SIMPLÍCIO QUEDA ÚNICA – PROJETO BÁSICO AMBIENTAL					
ÁREA:					
MEIO AMBIENTE					
TÍTULO:					
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA SUBPROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES					
ELAB.	RACJ	VERIF.	FAR	APROV.	CGM/SLFC
				R. TEC.:	JAS
				CREA NO	5224-D
CÓDIGO DOS DESCRITORES				DATA	Folha:
				13/11/2006	1
					de
					39
				Nº DO DOCUMENTO:	REVISÃO
				8922/01-60-RL-0920	0

ÍNDICE	PÁG.
1 - JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS	0920-3
2 - METODOLOGIA	0920-4
2.1 - Sistemas de Transposição de Peixes.....	0920-4
2.1.1 - Geral.....	0920-4
2.1.2 - Aspectos Envolvidos na Seleção do Sistema.....	0920-5
2.1.3 - Componentes dos Sistemas de Transposição	0920-7
2.1.4 - Alternativas Propostas para o Sistema de Transposição	0920-8
2.2 - Condições de Operação dos Sistemas de Transposição	0920-9
2.3 - Descrição dos Sistemas de Transposição Propostos	0920-11
2.3.1 - Captura na Casa de Força da Usina de Simplício e Transporte por Caminhão	0920-11
2.3.2 - Escada de Peixes no Barramento Principal	0920-16
2.4 - Considerações sobre os Sistemas Propostos	0920-19
2.4.1 - Considerações iniciais.....	0920-19
2.4.2 - Frequência e Magnitude das Vazões Efluentes do Barramento Principal	0920-20
2.4.3 - Qualidade de Água no Trecho de Vazão Reduzida	0920-21
2.4.4 - Localização da Entrada da Escada por Indivíduos de Diferentes Espécies..	0920-21
2.5 - Monitoramento da Ictiofauna nos Sistemas de Transposição de Peixes..	0920-22
2.5.1 - Objetivos	0920-22
2.5.2 - Monitoramento da Escada de Peixes	0920-22
2.5.3 - Monitoramento por Radiotelemetria	0920-23
2.5.4 - Monitoramento do Sistema de Transporte e Captura.....	0920-23
3 - PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS	0920-24
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	0920-24
5 - RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO	0920-25
6 - CRONOGRAMA FÍSICO.....	0920-26
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	0920-27
ANEXOS	0920-28
ANEXO I - FOTOGRAFIAS DE SISTEMAS DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES	

1 - JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

De forma a melhor organizar as atividades previstas no EIA, juntamente com as condicionantes da LP nº 217/2005, o *Programa de Conservação e Monitoramento da Ictiofauna* foi reagrupado nos dois subprogramas abaixo:

- *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna*, agrupando as atividades dos três subprogramas contidos no EIA (Estratégias Reprodutivas e Hábitos Alimentares das Espécies de Peixes, Monitoramento da Qualidade Ambiental e Bioacumulação de Metais Pesados), além de ações para resgate da ictiofauna; e
- *Subprograma de Implementação de Sistema de Transposição de Peixes*.

O presente documento apresenta os estudos de pré-viabilidade de alternativas de sistemas de transposição de peixes para implantação no Aproveitamento Hidrelétrico Simplício Queda Única, ou simplesmente AHE Simplício, em atendimento à condicionante 2.27 da LP nº 217/2005.

Devido à limitada experiência nacional consolidada nesta área, a escolha de sistemas de transposição será aqui realizada, em linhas gerais, a partir de dados e critérios apresentados em literatura específica; a partir de estudos desenvolvidos no Centro de Estudos de Transposição de Peixes da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e de acordo com a experiência adquirida pelo consultor no projeto de sistemas similares, particularmente naqueles implantados nas UHE's Igarapava, Aimorés, Funil e Santa Clara, todas em operação com bons resultados.

Neste documento não serão abordados aspectos relativos à transposição de peixes para jusante, por serem ainda incipientes os níveis de conhecimento relativos ao problema para a realidade brasileira.

A construção de barragens ao longo dos rios é um grave problema para os peixes migradores, sendo uma das principais causas da diminuição destas populações de peixe. O barramento constitui-se num obstáculo que impede o deslocamento dos peixes entre os diversos sítios que eles utilizam durante seu ciclo de vida. Para atenuar esse efeito, utilizam-se dispositivos denominados de Sistemas de Transposição de Peixes – STPs.

A presença de espécies migratórias neste trecho do rio Paraíba do Sul, principalmente o curimatá (*Prochilodus lineatus*) e o piaú (*Leporinus* spp), indica que tais populações poderão sofrer diminuição com a implantação do empreendimento, tornando necessária a tomada de medidas para a manutenção do fluxo migratório destas espécies, tanto no trecho de vazão reduzida, como sua transposição a montante no reservatório de Anta. A intervenção no rio através de barramento também poderá prejudicar o dourado (*Salminus maxillosus*), que é uma espécie migradora de grande porte, que foi introduzida e já se encontra bem adaptada na bacia. Esta espécie de valor comercial foi incorporada pelas populações ribeirinhas como parte importante da atividade pesqueira. Estas populações têm declinado muito nos últimos anos e seus registros de captura restringem-se aos dados pretéritos, juntamente com outra espécie nativa, igualmente migratória e de

elevado valor comercial, que é o surubim-do-paraíba (*Steindacheridion parahybae*), que vem sendo incluída nas listas das espécies ameaçadas de extinção.

Além disso, a modificação na estrutura da comunidade de peixes afeta a pesca local, pois espécies migradoras de valor comercial são utilizadas pelas populações ribeirinhas como parte importante da atividade pesqueira.

Cabe ressaltar, ainda, a existência de uma escada de peixes na UHE Ilha dos Pombos, a jusante do AHE Simplício, que permite a subida de cardumes, conforme dados dos monitoramentos realizados pela Light e informações de pescadores da região.

Neste contexto, o principal objetivo do presente Subprograma é definir os sistemas de transposição de peixes mais adequados ao empreendimento do ponto de vista técnico, considerando as espécies presentes no rio Paraíba do Sul.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Sistemas de Transposição de Peixes

2.1.1 - Geral

Os sistemas de transposição de peixes podem ser agrupados, de acordo com Clay (1995), em três categorias gerais: escadas, eclusas e elevadores. Mais recentemente, esforços têm sido empregados na utilização de canais seminaturais, que buscam reproduzir condições de escoamento mais próximas daquelas encontradas em cursos d'água naturais.

As escadas são constituídas de uma série de tanques em desníveis que conduzem água do reservatório para o nível d'água de jusante. Os tanques são separados por defletores, que têm como objetivo dissipar a energia do escoamento de modo a permitir o deslocamento dos peixes, de jusante para montante, nadando ou saltando de um tanque para outro.

Eclusas são sistemas que possuem uma câmara, na qual os peixes entram ao nível de água de jusante, que se enche de água, periodicamente. Quando o nível de água no seu interior atinge o nível do reservatório, os peixes podem vencer o desnível da barragem e prosseguir para montante.

Elevadores de peixes são definidos como quaisquer sistemas mecânicos que transportem os peixes de forma passiva, através da utilização de compartimentos estanques, tais como tanques movimentados por cabos, caminhões-tanque, tanques em planos inclinados, etc.

Enquanto as escadas para peixes são mais antigas, havendo registros de estruturas com até 300 anos na Europa, a utilização de eclusas e elevadores é mais recente, da ordem de 70 anos (CLAY, 1995).

De acordo com Quirós (1988), cerca de 45 sistemas de transposição de peixes foram construídos na América Latina, até 1986, sendo uma eclusa para peixes e todos os demais, do tipo escada. Destas, 39 encontram-se no Brasil, todas constituídas por escada de peixes do tipo degrau-tanque (GODOY, 1985). A maioria destas, 23 no total, encontra-se em açudes do nordeste brasileiro.

Também em sua maioria, tais escadas, implantadas em torno da década de 50, consistiram em meras cópias de escadas desenvolvidas no hemisfério norte, para salmões, sem nenhum tipo de ajuste às espécies neotropicais, tendo-se mostrado inadequadas, como seria de se esperar.

Tal fato já havia sido registrado por Quirós (1988) e Clay (1995), para quem os diferentes graus de eficiência dos sistemas implantados na América Latina se devem ao pouco conhecimento das características natatórias das espécies, que diferem daquelas do hemisfério norte, para as quais se dispõe de uma vasta gama de dados de pesquisa e de estudos específicos; e da aplicação inadequada ou apenas parcial dos critérios de projeto necessários ao bom funcionamento dos sistemas (CLAY, 1995).

Mais recentemente, a implantação de sistemas de transposição de peixes tem sido retomada com o objetivo de atender às exigências legais e às demandas da sociedade civil. Exemplos são as escadas de peixes das UHE's Aimorés, Canoas I e II, Igarapava, Ilha dos Pombos, Lajeado, Ourinhos, Peixe Angical, Piraju e Porto Primavera; o canal da UHE Itaipu; os elevadores de peixes das UHE's Porto Primavera e Funil; e o sistema de captura e transporte de peixes da UHE Santa Clara, dentre outros.

Alguns desses mecanismos de transposição de peixes buscam contemplar, de forma mais adequada, as peculiaridades da ictiofauna neotropical, porém ainda em caráter tentativo, empírico e experimental.

2.1.2 - Aspectos Envolvidos na Seleção do Sistema

A escolha e dimensionamento do tipo de sistema a ser utilizado num determinado local, segundo Larinier (1987), depende de vários aspectos de ordem biológica, hidrológica, hidráulica e topográfica, em particular:

- espécies migratórias presentes no curso de água;
- regime fluvial no local e gestão da água na bacia;
- configuração do obstáculo à migração (que, no caso de aproveitamentos hidrelétricos, corresponde ao arranjo geral das estruturas) e da topografia do leito do rio no local; e
- desnível a ser transposto e suas variações ao longo do período de migração.

Informações sobre a ictiofauna da região encontram-se no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (ENGEVIX, 2004) e no *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna*.

O regime fluvial do rio Paraíba do Sul no local do AHE Simplício, compreendendo vazões médias mensais, naturais e regularizadas, sua permanência e a frequência de vazões máximas diárias, dentre outros parâmetros, encontra-se descrito no relatório dos Estudos de Viabilidade. As condições de operação do aproveitamento, as características topográficas e morfológicas nas regiões de implantação das estruturas, assim como o arranjo geral das próprias estruturas, encontram-se na Atualização dos Estudos de Viabilidade, Elevação NA 251,50 (ENGEVIX, 2005).

Com relação ao arranjo geral do empreendimento, no caso do AHE Simplício, em que as estruturas de barramento e de geração encontram-se separadas por um longo trecho de rio, é usual a implantação de sistemas de transposição de peixes junto à casa de força e também junto à barragem.

No que concerne ao desnível a ser vencido, que condiciona mais diretamente os custos e a viabilidade econômica da implantação dos sistemas, Clay (1995) comenta que, enquanto as barragens construídas possuíam alturas inferiores ou da ordem de dez metros, as escadas para peixes eram consideradas estruturas relativamente caras, porém justificáveis. À medida que as alturas das barragens aumentavam, chegando a valores da ordem de 100 metros, houve um maior incentivo para a busca de alternativas para a transposição de peixes surgindo, então, os elevadores e eclusas para peixes.

A utilização de escadas de peixes para desníveis inferiores a dez metros pode ser considerada prática usual. Conforme Pavlov (1989) escadas do tipo tanque com vertedouro (*pool and weir*) são utilizadas para desníveis inferiores a 10 m, enquanto que aquelas do tipo tanque com orifício (*pool and orifice*) podem ser usadas para desníveis até 40 m, principalmente para peixes considerados fortes nadadores, como o salmão.

Na faixa de dez a 20 metros, escadas, eclusas e elevadores podem ser utilizados. Conforme Pavlov (1989), eclusas de peixes são utilizadas, em geral, para a transposição de desníveis não superiores a 40 metros. Elevadores mecânicos possibilitam a transposição em qualquer faixa de desníveis.

Observa-se nos Estados Unidos, de acordo com Clay (1995), a utilização de elevadores de peixes preferencialmente às eclusas, para a transposição de pequenas populações de salmões e grandes populações de peixes clupeídeos, em barragens de grandes alturas.

Os elevadores mais comuns são aqueles em que os peixes são transportados por caminhões (captura e transporte terrestre) e aqueles em que os peixes são transportados em caçamba içada por cabo (captura e transporte aéreo). Por captura entende-se a utilização de um escoamento de atração dos peixes ao interior de um canal onde serão capturados de forma eficiente e cuidadosa, conforme será descrito mais adiante.

Na Rússia, onde há maior variedade de espécies, incluindo espécies não-salmonídeas, situação mais próxima da realidade brasileira, as eclusas possuem diversos equipamentos acessórios, tais como grades confinadoras e elevadoras, conforme descrição apresentada em Pavlov (1989). Estas eclusas tem tido sucesso na transposição de esturjão, de ciprinídeos, como carpas, e de peixes de outras espécies.

Com relação a custos de implantação, de modo geral, elevadores e eclusas apresentam menores custos de implantação do que escadas, embora a presença de um maior número de equipamentos, tais como comportas e grades, implique em maiores custos de operação e manutenção (LARINIER, 1987).

Na transposição de desníveis até valores da ordem de 20 metros, os custos de eclusas e elevadores tipo captura e transporte terrestre, sem barragem de obstrução, seriam equivalentes, de acordo com Clay (1995). Para desníveis da ordem de 20 a 60 metros, o custo das eclusas equivaleria ao dos elevadores com a implantação de barragens de obstrução de porte modesto. Para alturas superiores a 60 metros o custo de elevadores, com barragens de obstrução de maior porte, seria inferior ao de eclusas. Os custos de operação de elevadores são superiores aos de eclusas.

As principais vantagens dos elevadores sobre as eclusas são sua maior eficiência, no que se refere à maior capacidade de transposição de peixes por ciclo e à pronta liberação dos peixes no reservatório. A principal desvantagem é a não possibilidade de sua utilização direta na migração de peixes de montante para jusante, exigindo a implantação de estruturas de captura no reservatório.

2.1.3 - Componentes dos Sistemas de Transposição

Os sistemas modernos de transposição de peixes são compostos, em geral, por quatro partes principais: o sistema propriamente dito; o canal de entrada, que faz a ligação entre o sistema e o canal de fuga; o canal de saída, que faz a ligação entre o sistema e o reservatório; e o sistema de água de atração, cujo principal objetivo é produzir um escoamento no canal de entrada que seja eficaz na atração dos peixes. Observa-se, na descrição acima, que a nomenclatura utilizada para caracterizar os canais utiliza como referência o movimento dos peixes e não a direção do escoamento, como é usual.

O canal de entrada é, provavelmente, a parte mais importante dos sistemas de transposição. Caso a sua localização seja definida de forma inadequada, pode conduzir à operação ineficiente do sistema de transposição, mesmo que o projeto, como um todo, esteja tecnicamente correto.

Nos canais de saída é usual a instalação de sistemas de contagem e, também, de captura de peixes, que em suma, avaliam a sua eficiência e apresentam características próprias de operação.

O fornecimento do escoamento de atração, fundamental para o funcionamento eficiente do sistema, é feito por três métodos principais (Von GUNTEN *et al.*, 1956; BANYS e LEONARDSON, 1969 e CLAY, 1995): 1) do reservatório, através de tubulação de gravidade, com sistemas de dissipação adequados; 2) do reservatório, utilizando uma pequena turbina; e 3) do canal de fuga, através de bombas de pequena altura manométrica. Um outro método, aplicável em condições particulares, seria a utilização, parcial ou mesmo total, do próprio escoamento das turbinas.

2.1.4 - Alternativas Propostas para o Sistema de Transposição

Com base nos diversos aspectos expostos anteriormente, considerando o arranjo do AHE Simplício, com estruturas de barramento principal e de geração separadas por um trecho de rio da ordem de 20 km, decidiu-se estudar a implantação de sistemas de transposição nas regiões daquelas estruturas.

Os dados básicos para avaliação do posicionamento e arranjo dos sistemas de transposição consistiram, basicamente, de desenhos de arranjo geral e cortes típicos das estruturas, e de informações relativas ao regime hidrológico local e de operação das usinas.

Na região da casa de força de Simplício, onde o diferencial normal entre os níveis d'água do reservatório e do canal de fuga é de aproximadamente 112,0 m, os elevadores de peixes constituem a solução técnica mais indicada. Considerando a existência de um sistema adutor com túneis, que sabidamente podem representar obstáculos ao deslocamento dos peixes em direção a montante, adotou-se alternativa de elevador de peixes tipo captura e transporte terrestre.

Na região do barramento principal, onde a diferença máxima entre os níveis d'água do reservatório e a jusante é da ordem de 19,0 m, seria possível a adoção de escada, eclusa ou elevador de peixes, de eficiência e/ou seletividade similares, com custos de implantação da mesma ordem, como já descrito.

Em condições ideais, a entrada desse sistema de transposição de peixes deveria estar situada no canal de fuga da usina de Anta. Contudo, na margem direita, a implantação de escada de peixes implicaria em passagens por sob o acesso à área de montagem e sob a crista da barragem, o que poderia aumentar a seletividade da escada. A implantação de eclusa implicaria semelhantemente na adoção de canal de entrada em túnel. A adoção de elevador de peixes convencional, com canal de saída em calha, não seria possível devido à interferência da estrutura da casa de força. Assim, somente seria possível a implantação de outro sistema tipo captura e transporte terrestre.

Contudo, devido à relativa alta frequência de operação do vertedouro, como será apresentada adiante, à simplicidade de operação, à menor necessidade de intervenção de operadores e aos menores custos de operação e manutenção, julgou-se recomendável a adoção de alternativa em escada de peixes. Diante do estágio atual do projeto básico de engenharia, considerou-se a entrada da escada posicionada junto ao muro lateral esquerdo do vertedouro, como apresentado adiante. Na etapa do projeto executivo de engenharia deverão ser avaliadas a conveniência e a viabilidade técnica de posicionar a escada junto ao muro lateral esquerdo do canal de fuga.

Com relação ao sistema de água de atração, nesta etapa dos estudos, foram consideradas: adução por bombeamento da água do canal de fuga, para o sistema de captura no canal de fuga da usina de Simplício e transporte de peixes até o reservatório de Anta; e adução por gravidade através de tubulação derivada do reservatório, para a escada de peixes da região do barramento da usina de Anta. Na etapa do projeto executivo de engenharia deverão ser avaliadas a conveniência e a viabilidade técnica de

adoção de escoamento livre em canal, para a derivação da água de atração do reservatório.

As condições de operação e a descrição dos sistemas de transposição propostos são apresentadas a seguir.

2.2 - Condições de Operação dos Sistemas de Transposição

As condições de operação dos sistemas de transposição foram definidas a partir do regime hidrológico local, representado pelas vazões médias mensais naturais e regularizadas, das características de operação das usinas e da variabilidade dos níveis d'água no reservatório, no canal de fuga da usina de Simplício e na região a jusante do barramento principal.

Considerou-se que os sistemas de transposição de peixes poderão operar ao longo de todo o ano. Entretanto, eles deverão ser utilizados efetivamente para transposição de peixes durante a piracema, no período de Novembro a Abril, aproximadamente, e, mais intensamente, no período de Janeiro a Março.

A definição da vazão dos sistemas de água de atração dos sistemas de transposição foi feita, nesta etapa dos estudos, considerando largura do canal de entrada de 2,0 m; velocidade do escoamento no canal de entrada da ordem de 0,5 m/s; e velocidade do escoamento de atração de 2,0 m/s, correspondente a uma carga de 0,20 m junto à comporta do canal de entrada.

Para a alternativa localizada no canal de fuga da usina de Simplício, os níveis d'água de operação no canal de entrada foram definidos como se segue.

Para a condição mínima de operação foi adotada a vazão de 135 m³/s, correspondente à vazão média mensal mínima regularizada nos meses de Dezembro a Março, com permanência de 95 % no período de Janeiro de 1931 a Dezembro de 1997. Para essa vazão, o nível d'água a jusante encontra-se aproximadamente na El. 138,60 m.

Para as condições normal e máxima de operação foram adotadas, respectivamente, as vazões de 569 m³/s, com permanência de 50% na série de vazões médias mensais regularizadas nos meses de Dezembro a Março, e 2 017 m³/s, o máximo valor registrado na mesma série, correspondente, aproximadamente, à cheia média natural. Para tais vazões, os níveis d'água correspondentes a jusante encontram-se, respectivamente, nas elevações 139,80 m e 143,00 m, aproximadamente.

A cota de proteção das estruturas foi fixada na elevação 146,00 m, correspondente, aproximadamente, à cheia máxima anual com vazão de pico de 3 460 m³/s, com tempo de recorrência da ordem de 25 anos. A cota de piso do canal de entrada foi adotada na El. 137,00 m.

Os níveis d'água e vazões característicos das condições de operação são apresentados no Quadro 2.1.

QUADRO 2.1
CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO NA CASA DE FORÇA EM SIMPLÍCIO

CONDIÇÃO	VAZÃO (m ³ /s)		NÍVEL D'ÁGUA (m)		VAZÃO ATRAÇÃO (m ³ /s)
	VALOR	CARACTERÍSTICA	RESERVATÓRIO	CANAL DE FUGA	
Normal	569	Permanência de 50% ⁽¹⁾	251,50	139,80	3,0
Máxima	2 017	TR ~ 2 anos ⁽²⁾	251,60	143,00	6,2
Mínima	135	Mínima ⁽³⁾	251,40	138,60	1,8

NOTAS: 1 – Vazões Médias Mensais Regularizadas, de Dezembro a Março; 2 – Cheia máxima anual; 3 – Vazão Média Mensal Regularizada Mínima

Para o sistema de transposição localizado no barramento principal do aproveitamento e para a definição dos níveis d'água de operação no canal de entrada, foram realizados estudos de permanência das vazões médias mensais regularizadas efluentes na época de piracema, particularmente nos meses de janeiro a março, no período de 1931 a 1997.

A partir dos resultados obtidos, o nível normal de operação adotado foi aquele correspondente à vazão efluente com permanência de 50% enquanto que o nível mínimo de operação foi fixado naquele correspondente à vazão residual mínima de 90 m³/s. O nível máximo de operação foi definido para a vazão média mensal máxima efluente, de 1 677 m³/s, correspondente, aproximadamente, à cheia média natural reduzida da vazão turbinada máxima na usina de Simplício.

A cota de proteção das estruturas foi fixada na elevação 240,00 m, correspondente, aproximadamente, à cheia máxima anual com tempo de recorrência da ordem de 25 anos, reduzida da vazão turbinada máxima na usina de Simplício, com vazão de pico de 3 120 m³/s. A cota de piso do canal de entrada foi adotada na El. 231,50 m.

Os níveis d'água e vazões característicos das condições de operação são apresentados no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2
CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO NO BARRAMENTO PRINCIPAL EM ANTA

CONDIÇÃO	VAZÃO (m ³ /s)		NÍVEL D'ÁGUA (m)		VAZÃO ATRAÇÃO (m ³ /s)
	VALOR	CARACTERÍSTICA	RESERVATÓRIO	CANAL DE FUGA	
Normal	229	Permanência de 50% ⁽¹⁾	251,50	233,60	2,3
Máxima	1 677	TR ~ 2 anos ⁽²⁾	251,60	237,80	6,5
Mínima	90	Residual	251,40	232,70	1,4

NOTAS: 1 – Vazão Efluente; 2 – Cheia máxima anual reduzida da vazão turbinada;

2.3 - Descrição dos Sistemas de Transposição Propostos

2.3.1 - Captura na Casa de Força da Usina de Simplício e Transporte por Caminhão

O sistema de transposição de peixes no canal de fuga da usina de Simplício é composto pelo elevador propriamente dito, constituído por uma caçamba movimentada por um guincho montado em uma ponte rolante; o canal de entrada, que faz a ligação entre o elevador e o canal de fuga; e o sistema de água auxiliar, cuja principal função é fornecer um escoamento no canal de entrada que seja eficaz na atração dos peixes. Após a elevação da caçamba, os peixes são descarregados em um caminhão-tanque que se desloca até o reservatório de Anta, onde os peixes são liberados.

Devido à configuração das estruturas na região da casa de força da usina de Simplício, o sistema de transposição de peixes foi posicionado no lado direito do canal de fuga (Figuras 2.1 a 2.3). Sua operação é realizada, em resumo, de acordo com as etapas apresentadas a seguir.

O sistema de água de atração fornece um escoamento com características de velocidade e turbulência próprias à atração de peixes do canal de fuga ao interior do sistema de transposição.

Nas proximidades do canal de fuga, uma comporta cria um jato que atrai os peixes para o interior do canal de entrada. Após um certo tempo, os peixes que se encontram no interior do canal são aprisionados e empurrados por uma grade confinadora para a região do elevador. Uma grade móvel se desloca para baixo, permanecendo nesta posição enquanto a grade confinadora volta à sua posição inicial.

Uma caçamba, localizada sob o nível do piso do canal de entrada, é içada por um guincho montado sobre uma ponte rolante, coletando os peixes que se encontram confinados na região acima e, em seguida, deslocada horizontalmente até que o eixo vertical da comporta de descarga dos peixes coincida, aproximadamente, com o eixo da comporta na parte superior do tanque do caminhão.



FIGURA 2.1
PLANTA CHAVE DA LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTURA
E TRANSPORTE DE PEIXES NO CANAL DE FUGA EM SIMPLÍCIO

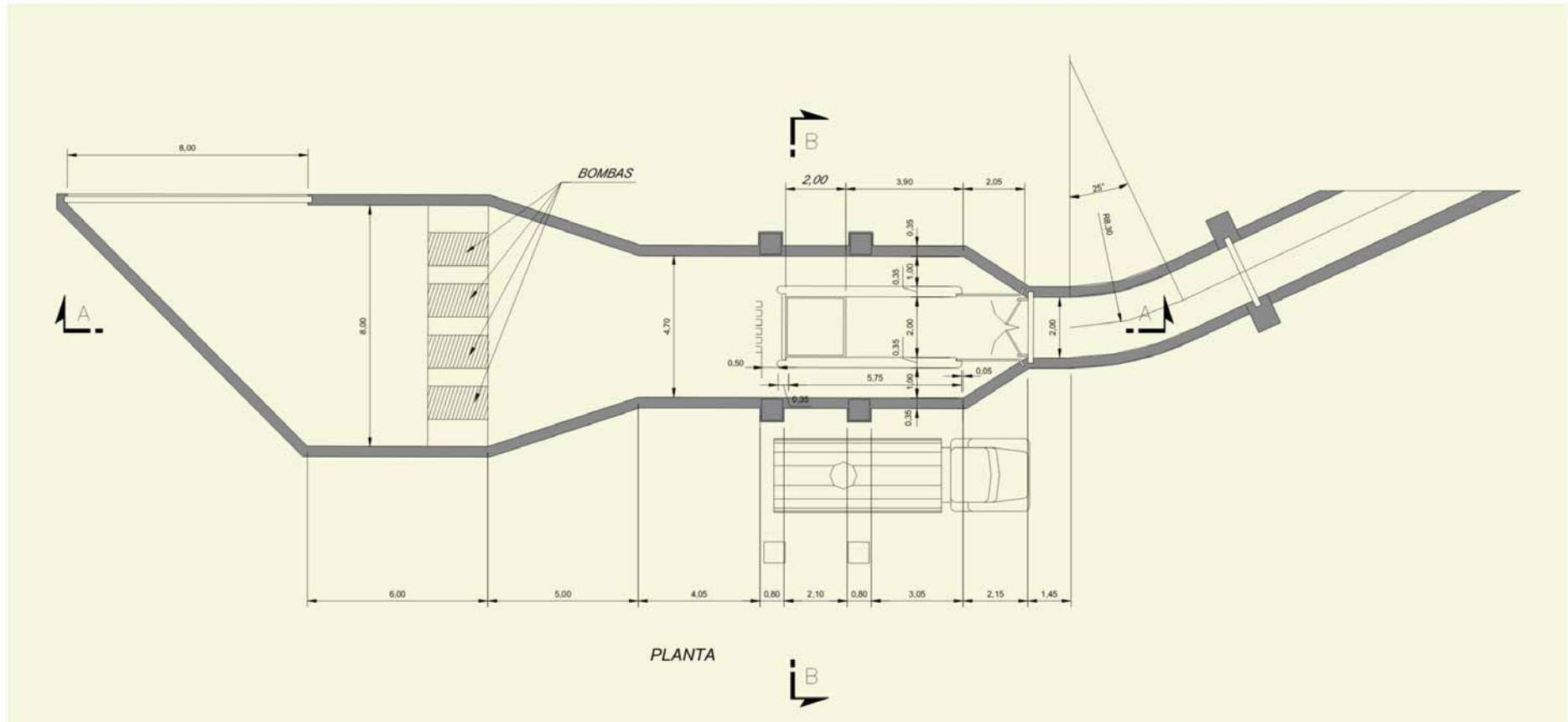


FIGURA 2.2
ARRANJO DO SISTEMA DE CAPTURA E TRANSPORTE DE PEIXES

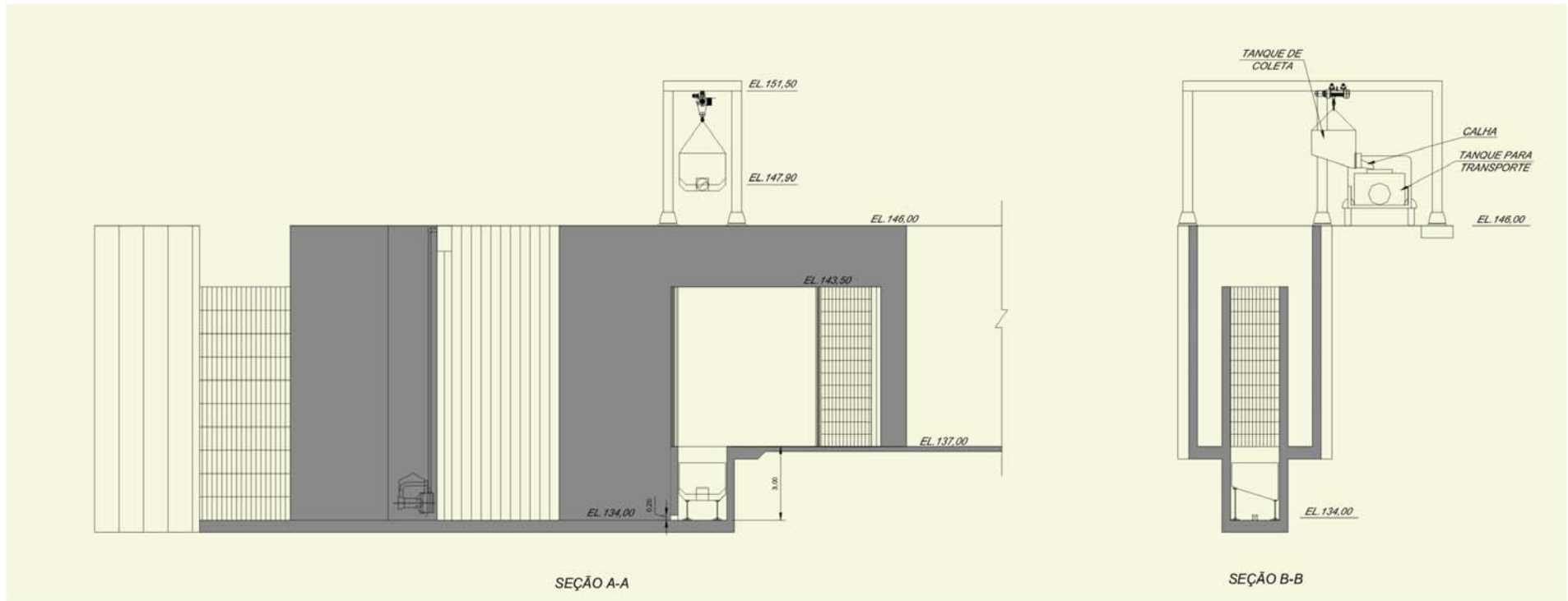


FIGURA 2.3
SEÇÕES DO SISTEMA DE TRANSPORTE E CAPTURA DE PEIXES

A caçamba é acoplada ao tanque, que já se encontra cheio de água, e uma válvula é aberta na região inferior da caçamba, igualando os níveis d'água abaixo e acima da comporta de descarga dos peixes. Em equilíbrio de pressões, a comporta de descarga é aberta, o excesso de água é escoado por um tubo localizado na parte superior do tanque e, assim, os peixes são transferidos, lenta e suavemente, da caçamba para o tanque.

Terminada a transferência dos peixes, a comporta superior do tanque é fechada, o caminhão tanque se desloca para uma região às margens do reservatório de Anta, onde os peixes são liberados mediante o posicionamento de uma pequena calha e a abertura de uma comporta na face posterior do tanque. Neste meio tempo, a caçamba retorna à sua posição inicial, sob o piso do canal de entrada, a grade móvel é elevada e os peixes passam a ter novamente acesso à região acima da caçamba.

Concluída a liberação dos peixes no reservatório, o caminhão tanque retorna à estrutura de captura podendo-se, então, dar início a novo ciclo de transposição.

Em princípio, o canal de entrada possuirá largura de 2,0 metros, comprimento da ordem de 20,0 metros, cota de piso na elevação 137,00 e de proteção na El. 146,00 m. Será dotado, no seu início, junto ao canal de fuga, de uma comporta com largura de 2,0 metros e altura de 4,0 metros, cuja operação será realizada com o objetivo de atrair os peixes para o seu interior.

O elevador de peixes propriamente dito será constituído por uma estrutura com altura da ordem de 30 metros. Em seu interior, um tanque quadrado com lado de 2,0 metros e altura média de 1,5 metros, com capacidade para 6 000 litros de água e peso próprio estimado em 500 kgf, se desloca verticalmente, acionado por um guincho com capacidade de carga de sete toneladas.

Para aumentar a eficiência do sistema, a cada ciclo, uma grade confinadora com largura de 2,0 metros e altura de 6,5 metros, se fechará, impedindo a saída dos peixes que se encontram no canal de entrada, e se deslocará horizontalmente concentrando os peixes na região do tanque de elevação. Uma grade móvel de mesmas dimensões da grade confinadora se deslocará verticalmente para baixo para manter os peixes naquela região liberando a grade confinadora para voltar à posição de espera.

O sistema de água de atração será constituído por uma estação de bombeamento, dimensionada para uma vazão máxima da ordem de 6,0 m³/s.

Aspectos de sistemas de transposição de peixes similares são apresentados nas Figuras 1 a 11, no Anexo I.

Prevê-se que o transporte por caminhão será feito através de estrada interna ao empreendimento, que fará a ligação entre a casa de força principal e a área do barramento, com percurso não superior a 20 km.

Por suas características, a operação deste sistema de transposição pode ser feita de forma bastante flexível. Assim, no início e final do período de piracema, quando a quantidade de peixes a ser transposta é menor que no pico, podem ser feitas, por exemplo, duas viagens para o reservatório, uma pela manhã e outra à tarde. No pico do

período de piracema, podem ser feitas, por exemplo, oito viagens, três ou quatro pela manhã e quatro ou cinco à tarde. A operação mais adequada deverá ser definida após um período de operação inicial de três a cinco anos, em caráter experimental.

Para a soltura dos peixes, serão privilegiadas áreas localizadas mais a montante do reservatório de Anta, próximas ao trecho sob influência lótica, de maneira a facilitar a subida dos peixes rio acima. A depender dos resultados obtidos no *Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna*, uma certa quantidade de peixes poderá ser destinada ao ribeirão do Peixe, que terá sua foz alterada pelo canal de fuga em Simplício.

2.3.2 - Escada de Peixes no Barramento Principal

Devido à configuração das estruturas na região do barramento principal, a escada de peixes foi posicionada junto ao muro lateral esquerdo do vertedouro (Figuras 2.4 e 2.5). O arranjo da escada é similar àquele implantado na escada de peixes da UHE Aimorés, no rio Doce.

Em princípio, a escada proposta é do tipo ranhura vertical (*vertical slot*), com largura da ranhura de 0,30 m, suficiente para a passagem dos indivíduos de maior porte relatados para a bacia na região, dourados, com comprimento máximo da ordem de 60 cm. Terá cerca de 70 tanques com largura e comprimento internos de, respectivamente, 3,0 m e 2,4 m. A declividade é constante e igual a 10% e nos tanques curvos, que também funcionam como tanques de descanso, a declividade é nula. A largura dos canais de entrada e saída foi fixada em 2,0 m.

A vazão normal pela escada deverá ser da ordem de 1,0 m³/s, de acordo com os parâmetros apresentados em Junho e Tamada (2004). As características principais do escoamento, a saber, carga hidráulica por defletor e fator de dissipação de energia nos tanques foram adotadas em 0,26 m e 250 W/m³, respectivamente. Estes valores são sensivelmente menores e mais confortáveis que aqueles adotados na escada de peixes da UHE Ilha dos Pombos, a jusante, atualmente em operação.

Em princípio, o canal de entrada possuirá largura de 2,0 metros, comprimento da ordem de 15,0 metros, cota de piso na elevação 231,50 e de proteção na El. 240,00 m. Será dotado, no seu início, junto ao nível d'água de jusante, de uma comporta com largura de 2,0 metros e altura de 4,0 metros, cuja operação será realizada com o objetivo de atrair os peixes para o seu interior.

O canal de saída possuirá largura de 2,0 metros, comprimento da ordem de 10,0 metros, cota de piso aproximadamente na elevação 249,80 m e de proteção na El. 252,00 m. Será equipado com uma comporta com largura de 2,0 m e altura de 2,5 m, cuja função principal é permitir a manutenção da escada e, também, seu fechamento de emergência.

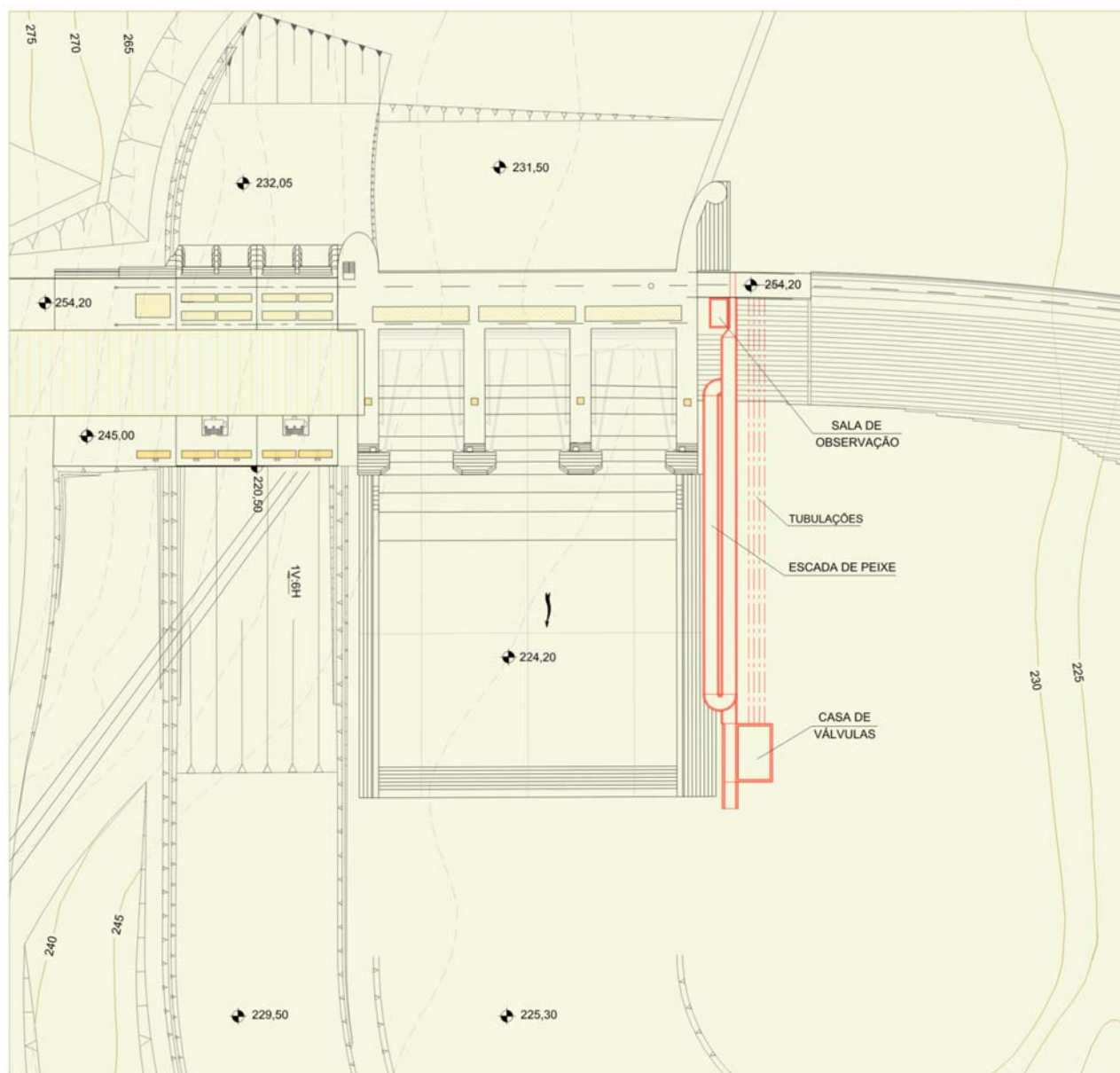


FIGURA 2.4
PLANTA CHAVE DE LOCALIZAÇÃO DA ESCADA DE PEIXES EM ANTA

Caso os níveis de turbidez do reservatório o permitam, será dotado de estação de observação e contagem de peixes, similar àquelas construídas nas escadas de peixes das UHE's Igarapava e Aimorés, para avaliar a eficiência da escada e os estoques e variedade de espécies que dela se utilizam.

O sistema de água auxiliar, como já comentado, tem como função fornecer uma vazão complementar à vazão escoada pela escada, de modo a atender aos requisitos de atratividade do escoamento do canal de entrada.

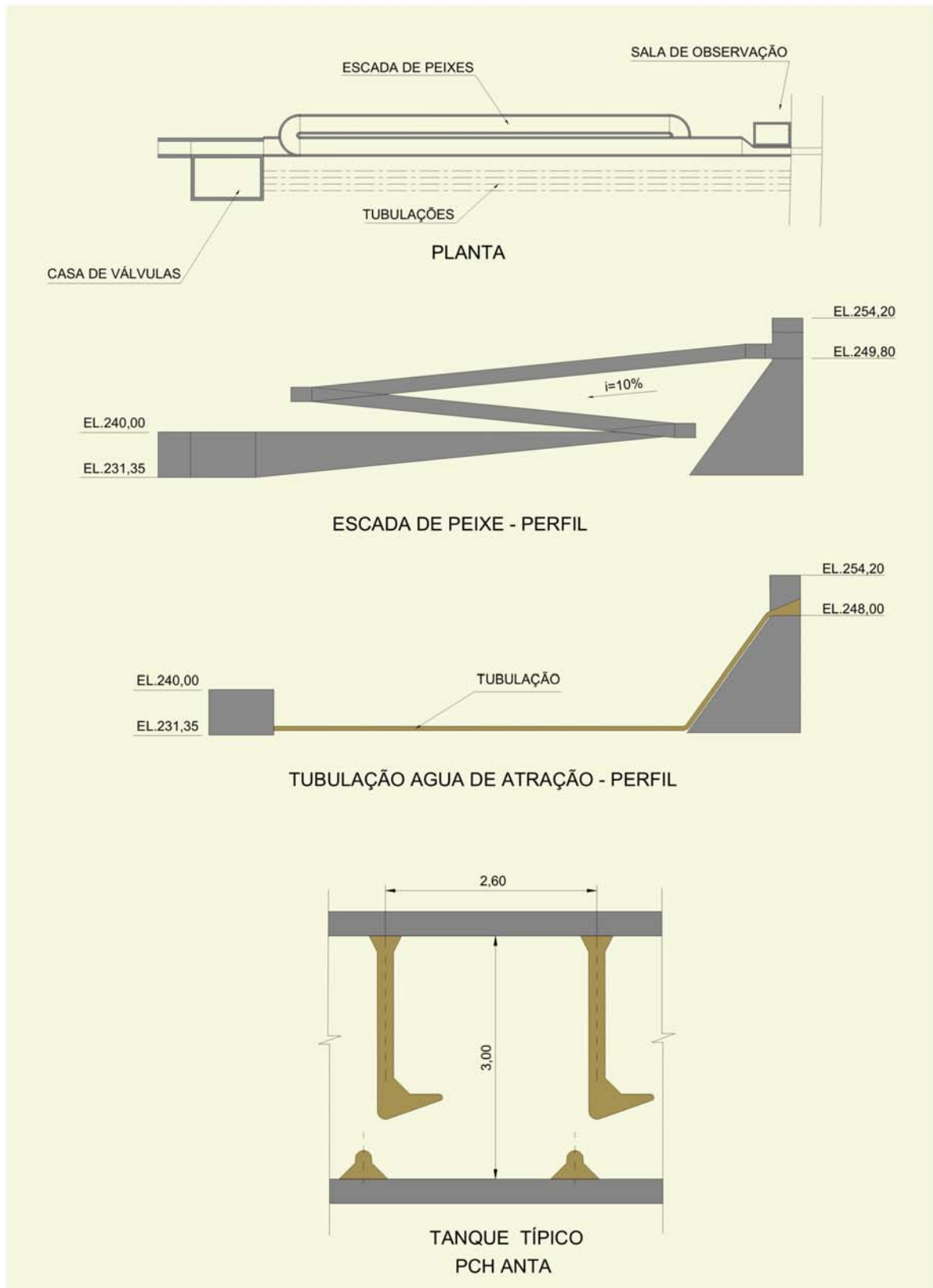


FIGURA 2.5
ESCADA DE PEIXES JUNTO À BARRAGEM DE ANTA

Aspectos de sistemas de transposição de peixes similares são apresentados nas Figuras 12 a 20, no Anexo I.

2.4 - Considerações sobre os Sistemas Propostos

2.4.1 - Considerações iniciais

A partir da análise de dados e de informações sobre projetos existentes, constantes da literatura citada, a transposição de peixes no AHE Simplício é tecnicamente viável, sendo recomendada a utilização de sistema de captura no canal de fuga em Simplício para transporte e liberação de peixes no reservatório; e de escada de peixes junto ao barramento principal em Anta.

Os sistemas propostos, cujos princípios de funcionamento foram descritos, são utilizados em vários países do mundo e mais recentemente no Brasil, com relativo sucesso.

Observe-se que o principal objetivo dos estudos desenvolvidos foi apresentar as alternativas mais adequadas do ponto de vista técnico para a transposição de peixes, juntamente com estimativas dos custos associados. Estudos técnicos, dimensionamentos de estruturas e estimativas de custos mais detalhados deverão ser feitos em etapas posteriores do trabalho, como já mencionado.

Nesta etapa, fica evidente que a seleção do local mais indicado para a implantação do sistema de transposição de peixes no AHE Simplício apresenta algum grau de incerteza, devido ao arranjo geral das estruturas do aproveitamento, com o barramento e a casa de força principal separados por um longo trecho de rio.

Em uma primeira avaliação, o local mais indicado para o sistema de transposição seria o barramento principal, onde seria possível, em tese, a manutenção das atuais rotas migratórias.

Entretanto, após o início de operação da usina, as condições de escoamento no trecho de rio de vazão reduzida e, também, junto ao barramento principal, irão sofrer mudanças significativas.

Durante a maior parte do ano, inclusive do período de piracema, as espécies migratórias poderão se concentrar na região do canal de fuga, atraídas pelo escoamento de maior porte proveniente das turbinas. Nos períodos de cheias mais significativas, onde a vazão turbinada na usina de Anta aumenta e o vertedouro irá operar, uma parcela dos peixes deverá se deslocar e se concentrar junto àquelas estruturas, atraídos por aquelas vazões. Encerrados os períodos de maiores vazões, os peixes que se deslocaram para o barramento principal e que não foram transpostos para montante poderão voltar para a região do canal de fuga em Simplício.

Assim, a eficiência global dos sistemas de transposição implantados no barramento principal e na casa de fora estaria associada, no caso de Simplício, às três questões principais apresentadas a seguir.

2.4.2 - Frequência e Magnitude das Vazões Efluentes do Barramento Principal

Como os peixes estariam migrando contra o fluxo principal do rio Paraíba do Sul, que por sua vez estaria inicialmente concentrado no canal de fuga em Simplício, para estes peixes se dirigirem para o barramento principal, o escoamento proveniente desta região deveria ser mais atrativo que o escoamento daquele canal de fuga. Contudo, o valor da vazão que daria início a este processo de direcionamento dos peixes para o barramento principal constitui uma incógnita.

A título de exemplo, no caso da barragem de Holyoke e da casa de força da usina de Hadley Falls, apresentado em Barry and Kynard (1986), para vazões turbinadas da ordem de 118 m³/s, os peixes em migração se deslocavam para a região da barragem/vertedouro quando as vazões vertidas eram superiores a 56 m³/s, ou seja, as vazões vertidas eram da ordem de 47% das vazões turbinadas.

No caso de Simplício, também a título de exemplo, a partir dos dados de vazões médias mensais regularizadas no período de 1931 a 1997, é possível verificar que ao longo de todo o ano as vazões efluentes do barramento principal seriam iguais ou superiores a 43% da vazão turbinada na casa de força principal, como apresentado no Quadro 2.3.

QUADRO 2.3
VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NO BARRAMENTO PRINCIPAL
E NA CASA DE FORÇA DE SIMPLÍCIO

MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
QE ¹	345	399	403	159	92	100	91	90	95	94	98	149
QT ²	314	310	314	283	215	169	140	119	119	140	199	286
QE/QT ³	110	129	128	56	43	59	65	75	80	67	49	52

NOTAS: 1 – Vazão Efluente do Barramento Principal (m³/s); 2 – Vazão Turbinada na UHE Simplício (m³/s); 3 - Razão entre as Vazões Efluente do Barramento Principal e Turbinada na UHE Simplício (%);

De maneira similar, nos meses de Janeiro a Março, em 63% do tempo as vazões efluentes do barramento principal seriam iguais ou superiores a 50% da vazão turbinada na casa de força principal.

Na hipótese de se verificar em Simplício razão similar, da ordem de 45%, entre vazões efluente do barramento e turbinada para direcionamento dos peixes do canal de fuga principal para o barramento, poder-se-ia concluir pela conveniência de implantação da escada de peixes junto ao barramento principal, associada ao sistema de captura na casa de força de Simplício.

A partir dos mesmos dados, verificou-se que em 83% dos anos do histórico o vertedouro entraria em operação, ou seja, em 56 de 67 anos. Desta maneira, do ponto de vista hidrológico, pode-se afirmar que a frequência esperada de operação do vertedouro deve ser relativamente alta, o que também poderia ser um indicativo da conveniência de implantação da escada de peixes junto ao barramento principal, associada ao sistema de captura na casa de força de Simplício.

2.4.3 - Qualidade de Água no Trecho de Vazão Reduzida

Além dos aspectos apresentados anteriormente, relativos à quantidade de água, é razoável supor que os parâmetros de qualidade de água no trecho de vazão reduzida poderão exercer influência sobre o processo de direcionamento e deslocamento dos peixes da casa de força principal para o barramento em Anta.

Neste sentido, a redução dos padrões de qualidade de água no trecho em questão, devido ao lançamento de esgotos do distrito de Anta e da sede do município de Sapucaia, em um corpo d'água com menores vazões médias, poderia constituir em dificultador ou inibidor dos movimentos de migração de peixes de diferentes espécies para montante, mas a avaliação de sua influência é bastante difícil.

Empiricamente, a redução dos padrões de qualidade de água no trecho de vazão reduzida, pode conduzir a maiores vazões efluentes que se constituam em atrativo para o direcionamento dos peixes para o barramento principal.

Por outro lado, não se pode descartar a hipótese de que, caso os padrões de qualidade de água da vazão aduzida à casa de força principal não sejam adequados à atração de peixes, as vazões efluentes que atraiam os peixes para o barramento principal sejam proporcionalmente menores.

Considerando que os problemas sobre a qualidade da água no trecho de vazão reduzida estarão sendo devidamente tratados no *Subprograma de Tratamento dos Efluentes Domésticos Lançados no rio Paraíba do Sul no Trecho Entre a Barragem de Anta e o Canal de Fuga de Simplício* e no *Programa de Minimização dos Efeitos Hidrológicos e Ambientais no Trecho de Vazão Reduzida*, poder-se-ia considerar que o aspecto de qualidade de água não seria um obstáculo significativo ao deslocamento de peixes ao barramento principal.

2.4.4 - Localização da Entrada da Escada por Indivíduos de Diferentes Espécies

Uma vez iniciado o processo de subida dos peixes em direção ao barramento, a partir de uma determinada vazão e considerando-se que a qualidade das águas, no trecho de rio entre o canal de fuga principal e o barramento, seja suficiente para permitir a continuidade deste processo, os peixes, ao chegarem na região do barramento, precisarão encontrar a entrada do sistema de transposição.

É sabido que as condições de turbulência do escoamento proveniente do vertedouro podem constituir um dificultador para os peixes encontrarem a entrada do sistema de transposição, particularmente para vazões muito altas (BARRY e KYNARD, 1986).

Entretanto, como o limite superior de operação do sistema de transposição foi adotado para vazão vertida da ordem de $1\ 500\ \text{m}^3/\text{s}$, à qual corresponde vazão específica baixa, da ordem de $30\ \text{m}^3/\text{s.m}$, é de se esperar baixa turbulência do escoamento proveniente do vertedouro que, associada às boas condições do escoamento da água de atração, deverá facilitar a localização da entrada do sistema pelos peixes.

2.5 - Monitoramento da Ictiofauna nos Sistemas de Transposição de Peixes

2.5.1 - Objetivos

Este monitoramento tem como objetivo geral avaliar a eficiência do sistema de transposição de peixes a ser implantado no AHE Simplício. São objetivos específicos:

- monitorar o movimento migratório de algumas espécies de peixes no trecho impactado do rio Paraíba do Sul;
- identificar quais espécies serão favorecidas pela escada de peixes;
- avaliar o comportamento das espécies atraídas pelo canal de fuga de Simplício em relação a atração exercida pela escada de peixes de Anta;
- subsidiar a tomada de decisão quanto a implantação do sistema de transporte e captura no canal de fuga do AHE Simplício.

2.5.2 - Monitoramento da Escada de Peixes

O monitoramento da escada de peixes em Anta será realizado de duas maneiras complementares: pelo visor instalado na sala de observações, no final da escada, e por amostragens em tanques intermediários da escada.

Durante a primeira estação reprodutiva em que esteja operando, deverá ser avaliada a melhor entre duas alternativas de monitoramento na sala de observações. Uma delas é a instalação de uma câmara de filmagem, que fique ligada durante os períodos de maior luminosidade, por exemplo das 8h às 17h. As fitas poderão ser trocadas por um funcionário da usina devidamente treinado e posteriormente encaminhadas para o escritório, onde seriam analisadas por especialistas que procederão a identificação e contagem dos peixes que conseguem transpor a barragem pela escada. Entretanto, dependendo da turbidez da água do rio Paraíba do Sul, a visualização dos peixes pelo visor poderá ser dificultada. Se isso realmente ocorrer, recomenda-se a implantação de um sonar ultrassônico. Embora não seja possível identificar a espécie que estaria utilizando a escada, esse método permite a contagem diuturna dos animais.

Durante a operação da escada, serão realizadas a cada mês a captura de peixes dentro dos compartimentos (degraus-tanque). Para tal, serão escolhidos três degraus-tanque (início, meio e fim da escada) para coleta de todos os exemplares. Os exemplares coletados serão encaminhados para o laboratório para que sejam identificados e posteriormente contados, pesados, realizada a biometria básica e avaliação macroscópica do estágio reprodutivo. Estes procedimentos visam principalmente a avaliação da riqueza de espécies que utilizam o mecanismo, assim como da biomassa de peixes por espécie.

A coleta destes exemplares deverá ser efetuada de maneira padronizada. Os dados brutos deverão receber os seguintes tratamentos: cálculo da abundância, frequência de ocorrência e cálculo da constância por espécie.

2.5.3 - Monitoramento por Radiotelemetria

Atualmente a utilização de técnicas de telemetria no monitoramento do deslocamento e na determinação de áreas utilizadas pelas espécies tem respondido às questões relacionadas aos padrões comportamentais em escala de tempo menor, otimizando não só os resultados como também os recursos destinados a esses estudos. Recentemente o tema foi debatido no 1º Workshop Brasileiro de Radio-telemetria de Peixes e os resultados já começam a aparecer nos projetos em desenvolvimento nas bacias dos rios São Francisco, Uruguai, Paraná, dos Sinos e Tocantins (HAHN, 2005).

A biotelemetria pode monitorar movimentos em larga escala e o sinal transmitido pode ser captado a grandes distâncias. Isto aumenta a eficiência de estudos de migração, já que somente animais marcados podem ser monitorados; centenas de animais não precisam ser capturados e examinados para descobrir uma marca individual. A biotelemetria é um método de marcação totalmente diferente dos outros existentes. Ela permite levantar uma grande quantidade de dados mesmo com poucos animais marcados, num curto espaço de tempo. Além disso, a capacidade de obter dados sem a necessidade de recapturar o animal, evita o stress causado pelo manuseio.

Para acompanhamento por telemetria os exemplares deverão ser coletados nos seguintes pontos: escada de peixes da usina Anta, canal de fuga em Simplício, trecho de vazão reduzida e a jusante da UHE Ilha dos Pombos. Deverão ser selecionados indivíduos adultos, vigorosos e de grande porte para serem implantados os radiotransmissores. Os peixes deverão ser anestesiados para que sejam realizados os procedimentos cirúrgicos. Duas espécies migradoras deverão ser selecionadas para a implante de radiotransmissores em 25 exemplares de cada. Cinco exemplares de cada espécie deverão ser coletados e reintroduzidos, pós implante, nas seguintes áreas: jusante da barragem da usina de Ilha dos Pombos, Jusante do canal de fuga da usina de Simplício, canal de fuga da usina de Simplício, trecho de vazão reduzida e escada de peixes de Anta. Antes do implante, os exemplares deverão ser medidos, pesados e fotografados. Todos os cuidados necessários deverão ser tomados durante a captura, transporte e procedimentos cirúrgicos para evitar a morte e estresse excessivo dos peixes.

A localização dos peixes será efetuada por pelo menos três estações fixas com antenas instaladas ao longo da área de estudo, por exemplo, próximo ao canal de fuga da usina de Simplício, na escada de peixes de Anta e no encontro dos três rios. As estações registram a passagem dos peixes marcados com radiotransmissores e armazenam os dados coletados e periodicamente os dados serão transferidos para o computador. Havendo necessidade, o monitoramento deverá ser feito mensalmente através de saídas de barco para transporte dos receptores.

2.5.4 - Monitoramento do Sistema de Transporte e Captura

O monitoramento do sistema de captura e transporte de peixes, caso este venha a ser implantado, deverá ser realizado em tanques e caixas d'água instalados no sistema, que receberão amostras dos peixes capturados na caçamba. As amostras terão o mesmo destino daquelas coletadas na escada.

Deverá ainda ser realizado, dentro das atividades previstas, contato com a Light Energia S/A no sentido de disponibilizar os dados de monitoramento da escada da UHE Ilha dos Pombos e integrá-los ao monitoramento do AHE Simplício.

3 - PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS

Medidas legislativas foram adotadas em alguns estados brasileiros para atenuar os impactos de barramentos sobre as espécies de piracema. Os Estados de São Paulo, com a Lei nº 9 798, 1997, Minas Gerais, com a Lei nº 12 488, 1997, Pará, com a Lei nº 5 886, 1995, e Espírito Santo, com a Lei nº 4 489-N, 1999, tornam compulsória a implantação de sistemas de transposições de peixes nas barragens.

No estado de Minas Gerais, o artigo 1º da Lei 12 488 de 9/4/1997 torna obrigatória a construção de escadas para peixes de piracema em barragem a ser edificada em curso de água de domínio do Estado. O parágrafo 1º deste artigo menciona que o disposto não se aplica quando, em virtude das características do projeto da barragem, a medida for considerada ineficaz.

O Decreto nº 38 744, de 9/4/1997, regulamenta a Lei de número 12 265, de 24/7/96, que dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no estado de Minas Gerais. O parágrafo 2º do artigo 20 diz que, para o licenciamento ambiental de construção de novas barragens, reservatórios e represas para usinas hidrelétricas, é exigida a construção de estações de hidrobiologia e elevadores ou escadas de peixes que propiciem a realização do fenômeno da piracema.

Na esfera federal encontra-se arquivado no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 4 630, de 1998, que torna obrigatória a instalação, nas barragens de cursos de água para quaisquer fins, de sistema de transposição de peixes que possibilitem a migração dos peixes.

Este Subprograma atende a Condicionante nº. 2.3 da LP 217/2005 a seguir transcrita:

“2.3 Detalhar todos os programas ambientais propostos nos estudos ambientais e os determinados pelo IBAMA, apresentando metodologia, responsável técnico e cronograma físico de implantação.”

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função de todos os aspectos mencionados, a solução mais convencional para o aproveitamento seria a implantação de dois sistemas de transposição, um na região da casa de força principal e outro na região do barramento, que contemplariam todas as condições possíveis de ocorrência, nos aspectos de ictiofauna, energéticos e hidrológicos.

Entretanto, diante das dúvidas existentes com relação aos movimentos migratórios dos peixes depois da implantação do empreendimento e das dificuldades de sua avaliação em termos objetivos anteriormente à implantação, seria possível a implantação do sistema em etapas, conforme se segue:

- implantação da escada de peixes junto ao barramento de Anta;
- construção de esperas no canal de fuga em Simplício, para a eventual necessidade de implantação do sistema de captura e transporte sem a necessidade de parar a geração da usina;
- realização de monitoramentos e, se necessário, resgates provisórios durante dois períodos de piracema após o início de operação da usina;
- avaliação crítica dos dados do monitoramento para se definir a conveniência de implantação do sistema de captura e transporte de peixes em Simplício; e
- implantação do sistema de captura e transporte, se necessário, com previsão de operação a partir da terceira estação reprodutiva após o início da operação.

5 - RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO

A responsabilidade pela implantação do sistema de transposição previsto no presente Subprograma é de FURNAS.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANYS, R.; LEONARDSON, K.R. Fishways at Dams. In: DAVIS, C.V. and SORENSEN, K.E. Handbook of Applied Hydraulics. Ed. McGraw-Hill, 1969.

BARRY, T.; KYNARD, B. Attraction of Adult American Shad to Fish Lifts at Holyoke Dam, Connecticut River. North American Journal of Fisheries Management, v. 6, p. 233-241, 1986.

BELAUD, A., LABAT, R., TRIVELLATO, D., TISON, G. Experimentations Hydrauliques et Ichtyologiques d'un Système de Piégeage Automatique des Poissons Migrateurs à Golfech. Paris, La Houille Blanche n° 1-2, 1987.

CLAY, C. H. Design of Fishways and other Fish Facilities. Florida: CRC Press, 1995.

ENGEVIX ENGENHARIA S/A. AHE Simplício Queda Única. Estudo de Impacto Ambiental. Referência 8794/00-6B-RL-0001-0. Brasília: Engevix, 2004.

ENGEVIX ENGENHARIA S/A. AHE Simplício – Queda Única. Relatório complementar atualização do na elevação 251,50m. Referência 8635/GE-10-RL-0003-1. Brasília: Engevix, 2005.

GODOY, M. P. Aqüicultura. Florianópolis: ELETROSUL, 1985, 77p.

HAHN, L. Telemetria na pesquisa de peixes em debate. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, n. 79, p. 9, junho de 2005.

JUNHO, R. A. C. & TAMADA, K. Estudos Hidráulicos em Modelo Reduzido de Escadas de Peixes tipo Vertical Slot. São Pedro, SP. XXI Congresso LatinoAmericano de Hidráulica, 2004.

JUNHO, R. A. C. Recent Fish Passes at Three Hydroelectric Dams in Southeastern Brazil I. Madrid, 5th International Symposium on Ecohydraulics, 2004.

LARINIER, M. Les passes à poissons: méthodes et techniques générales. Paris: La Houille Blanche n° 1-2, 1987.

PAVLOV, D.S. Structures Assisting the Migrations of Non-Salmonid Fish: U.S.S.R., FAO Fisheries Tech. Pap. No. 308. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1989. 97 p.

QUIROS, R. Structures Assisting the Migrations of Non-Salmonid Fish: Latin America, FAO-COPESCAL Tech. Doc. No. 5. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988. 50 p.

RIZZO, B. Holyoke Project Data in Fish Passageways and Bypass Facilities Course – East. Hadley, 2000.

VON GUNTEN, G. H., SMITH, H. A., MACLEAN, B. M. Fish Passage Facilities at McNary Dam. Journal of Power Division, ASCE, 1956.

ANEXO I - FOTOGRAFIAS DE SISTEMAS DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES



FIGURA 1
UHE SANTA CLARA - SISTEMA DE CAPTURA E
TRANSPORTE DE PEIXES - SCTP - VISTA GERAL



FIGURA 2
UHE SANTA CLARA – SCTP – CANAL DE ENTRADA E
CARRO EMPURRADOR DA GRADE CONFINADORA



FIGURA 3
UHE SANTA CLARA – SCTP – CANAL DE ENTRADA
E GRADE CONFINADORA ABERTA



FIGURA 4
UHE PORTO PRIMAVERA – ELEVADOR DE PEIXES –
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO (À ESQUERDA), CANAL
DE ENTRADA E GRADE CONFINADORA FECHADA



FIGURA 5
UHE SANTA CLARA – SCTP – CAÇAMBA EM ELEVAÇÃO



FIGURA 6
UHE SANTA CLARA – SCTP – ESTRUTURA DE TRANSFERÊNCIA



FIGURA 7
UHE SANTA CLARA – SCTP – TRANSFERÊNCIA DE PEIXES
– ETAPA 1



FIGURA 8
UHE SANTA CLARA – SCTP – TRANSFERÊNCIA DE PEIXES
– ETAPA 2



FIGURA 9
UHE SANTA CLARA – SCTP – TRANSFERÊNCIA
DE PEIXES – ETAPA 3



FIGURA 10
UHE SANTA CLARA – SCTP – LIBERAÇÃO DE
PEIXES NO RESERVATÓRIO



FIGURA 11
UHE SANTA CLARA – SCTP – LIBERAÇÃO
DE PEIXES NO RESERVATÓRIO



FIGURA 12
UHE AIMORÉS – ESCADA DE PEIXES - VISTA GERAL



FIGURA 13
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES – CANAL DE ENTRADA



FIGURA 14
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
ESCOAMENTO NOS TANQUES



FIGURA 15
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
DETALHE DO ESCOAMENTO NOS TANQUES



FIGURA 16
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
ESCOAMENTO NOS TANQUES



FIGURA 17
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES – CANAL DE SAÍDA



FIGURA 18
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO E CONTAGEM



FIGURA 19
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO E CONTAGEM



FIGURA 20
UHE IGARAPAVA – ESCADA DE PEIXES –
PEIXES NA ÁREA DO VISOR