



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

GIA 31
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA

DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE CANAIS PARA PASSAGEM DE PEIXES EM ATENDIMENTO À CONDICIONANTE AMBIENTAL NA UHE GJR.

Paulo Sérgio Pereira (*)	Giancarlo Castanharo	Jorge Pedrozo	Luiz Carlos Freitas
Luiz Fernando P. de Oliveira	Nelson do Canto O. Saks	Mauro César Azevedo	
Murilo Lacerda Barddal	Paulo César Manfron	Paulo Sérgio Fontoura	Roberto Werneck Seara

COPEL GERAÇÃO S.A.

RESUMO

Com operações de vertimento na UHE Governador José Richa (Salto Caxias), peixes são atraídos pelo fluxo do canal de restituição do vertedouro, principalmente na época da piracema. Com o fechamento das comportas, cardumes de peixes ficam retidos em locais e fossas situadas no leito do rio. Nestas situações, equipes de resgate são mobilizadas para o salvamento do maior número possível de indivíduos. Visando buscar uma solução econômica e tecnicamente viável, a COPEL desenvolveu estudos e implementou canais de interligação que permitam a passagem dos peixes das fossas existentes para o leito do rio. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência da COPEL no desenvolvimento e implementação desta alternativa.

PALAVRAS-CHAVE

Canais de Passagem, UHE GJR, peixes, resgate, condicionante ambiental.

1.0 - INTRODUÇÃO

A bacia do rio Iguaçu é caracterizada pela presença de peixes de pequeno e médio porte, sendo representada em sua maioria por espécies endêmicas, ou seja, ocorrentes apenas naquela bacia em relação às do mundo todo, sendo que o seu desaparecimento acarretaria sua extinção global.

O vertimento de água por ocasião da operação do vertedouro da barragem da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, oficialmente denominada Governador José Richa – UHE GJR, formou fossas devido à ação erosiva das águas, aproximadamente a sessenta metros a jusante da estrutura defletora, sendo que o material resultante desse processo formou uma barra de rochas que permite o escoamento da água, mas que retém os peixes nas lagoas remanescentes a montante da barra, quando a operação de vertimento é cessada.

A COPEL tem realizado várias ações para atenuar essa situação. Com o intuito de evitar o confinamento destas espécies de peixes, representada em sua maioria por *Astyanax spp* (lambari), *Cyphocharax cf modestus* (escrivão) e *Pimelodus sp* (mandi), e citando três ameaçadas de extinção: *Ancistrus sp* (cascudinho), *Crenichla spp* (joaninha) e *Hypostomus myersi* (cascudo), é mantida uma equipe de piscicultura disponível para a realização de resgate.

Porém, essa situação, além de não evitar totalmente a mortalidade de peixes, principalmente na época da piracema, traz vários riscos de acidentes à equipe de resgate devido à dificuldade de acesso e deslocamento pela área formada por blocos soltos de diversos diâmetros. Desta forma, a COPEL decidiu em comum acordo com o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, pela construção de canais interligando estas fossas com o leito do rio Iguaçu, representando uma solução adequada para o salvamento destes peixes.

(*) Rua José Izidoro Biazzetto, 158 – sala 210 - Bloco A – CEP 81200-240 Curitiba, PR – Brasil
Tel: (+55 41) 3310-5671 – Fax: (+55 41) 3331-3928 – Email: paulo.pereira@copel.com

Desta forma, o objetivo desse trabalho é apresentar a experiência da COPEL na implementação desse empreendimento desde os aspectos de concepção do projeto, da contratação até a execução da obra.

2.0 - HISTÓRICO

2.1 - Descrição da UHE Governador José Richa (UHE GJR)

A UHE GJR (Figura 1), está localizada no rio Iguaçu, entre os municípios de Capitão Leônidas Marques e Nova Prata do Iguaçu, no Estado do Paraná, nas coordenadas UTM: N-7.172.554 / E-249.001 - fuso 22 S.

A usina entrou em operação comercial na data de 18/02/1999, com capacidade instalada de geração de 1.240 MW com 4 unidades geradoras. O reservatório possui área de aproximadamente 141 km². A barragem de gravidade construída com concreto compactado a rolo possui 1083 m de comprimento. O vertedouro de superfície possui 14 comportas tipo segmento, com capacidade de descarga de 47.500 m³/s.



FIGURA 1 – Vista de jusante da UHE GJR

2.2 - Causas do aprisionamento dos peixes

O fluxo das águas descarregadas pelo vertedouro atrai peixes para áreas temporariamente alagáveis. Este fenômeno é mais intenso no período da piracema, que corresponde à época em que os peixes formam grandes cardumes e sobem os rios para reprodução de sua espécie. Para os peixes do rio Iguaçu, a piracema ocorre entre os meses de setembro e fevereiro.

Com a operação do vertedouro na UHE GJR, os peixes são atraídos pelo fluxo do canal de restituição do vertedouro. Para as grandes vazões, a partir de cerca de 6.000 m³/s, praticamente todo o leito do rio fica submerso.

Quando do fechamento das comportas, após um vertimento, cardumes de peixes ficam retidos em locas e fossas existentes no leito do rio Iguaçu imediatamente a jusante da estrutura de barramento da usina.

2.3 - Medidas mitigadoras já adotadas

2.3.1 - Resgate da fauna íctia

Para evitar a mortalidade dos peixes retidos têm sido realizadas operações de salvamento e traslado dos peixes para o rio ou reservatório. Essas operações são realizadas simultaneamente à operação de fechamento das comportas e para sua efetivação foram solicitadas autorizações ambientais ao IAP.

O resgate dos peixes é realizado por uma equipe de piscicultura da COPEL. Os trabalhos consistem na captura dos peixes aprisionados com auxílio de puçás, tarrafas e redes. Os indivíduos capturados são acondicionados em baldes e transportados ao seu destino (Figura 2).

Os objetivos das operações de resgate são os seguintes:

- Evitar ao máximo a mortalidade de peixes retidos nas fossas localizadas a jusante da barragem;
- Efetuar o levantamento das espécies de peixes resgatados, correlacionando às mesmas seus aspectos biológicos básicos;
- Realizar soltura controlada da fauna de peixes resgatada a jusante do Rio Iguaçu;



FIGURA 2 – Resgate de peixes

2.3.2 - Alteração do regime de operação das comportas do vertedouro

Outra medida adotada para diminuir a mortalidade de peixes a jusante do vertedouro foi a alteração dos procedimentos de fechamento das comportas do vertedouro. Atualmente a operação de fechamento das comportas é feita de forma que, ao final de um período de vertimento, seja mantida uma vazão mínima de 100 m³/s até que uma equipe de piscicultura execute o resgate dos peixes aprisionados. As comportas do vertedouro são completamente fechadas somente após o término da operação de resgate.

2.3.3 - - Preenchimento de depressões na margem esquerda

A COPEL executou também o preenchimento de depressões existentes na região alta do antigo Salto Caxias na esquerda hidráulica a jusante do barramento. Foi aplicado material constituído por solo e fragmentos de rocha. Desta forma, foi resolvido o problema das pequenas locas situadas nesse local, diminuindo a exposição dos peixes às aves predadoras e a necessidade de resgate em uma vasta área. Esta medida, aliada à alteração na operação das comportas, reduziu significativamente a mortalidade de peixes.

3.0 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

As ações relatadas atenuaram a situação porém, a necessidade de procedimentos de resgate continua a trazer riscos de acidentes à equipe de piscicultura, além de ser onerosa. Dessa forma, a COPEL decidiu estudar uma solução que resolvesse se não de forma definitiva, pelo menos tornasse menos frequente a necessidade de acesso ao local pela equipe de resgate para o salvamento da fauna íctia aprisionada.

3.1 - Alternativas estudadas

Foram estudadas quatro alternativas, as quais serão sucintamente relatadas a seguir:

3.1.1 - Canal de Recirculação

A primeira alternativa estudada consistiu em aproveitar uma vala de erosão existente na esquerda hidráulica do antigo leito do rio e criar um canal para recirculação da água. Esse canal foi projetado com início junto à fossa de erosão, existente na região do impacto do jato defluente do vertedouro. Percebeu-se que ocorre o abaixamento do nível de água na fossa, provocando um fluxo de água de jusante para montante por esse canal, atraindo os peixes para fora das fossas de erosão e, portanto, eliminando seu aprisionamento após o vertimento.

Estudos mostraram que as correntes de retorno no canal de peixes somente ocorreriam em condições especiais, com o vertedouro operando com vazões relativamente altas. Por esse aspecto, a eficácia quanto a criar um atrativo para os peixes foi questionável.

3.1.2 - Dique Transversal

Uma segunda alternativa previa a construção de uma soleira ou dique transversal à seção de escoamento do rio, criando um lago permanente a jusante do vertedouro da UHE GJR. Este lago criaria uma proteção permanente para os peixes que lá ficassem retidos.

Os principais obstáculos para a construção desta soleira estão relacionados basicamente com a barra de blocos de rocha que teria que ser removida para a implantação de uma estrutura, possivelmente executada em concreto, e principalmente pelas injeções necessárias para evitar a fuga de água pelas fendas ou fissuras existentes na rocha de fundação.

3.1.3 - Canal a jusante do vertedouro

Essa alternativa foi avaliada após visita de técnicos da COPEL à UHE Jaguara, situada no rio Grande, divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, cuja concessão pertence à CEMIG, e onde foram observados problemas equivalentes aos da UHE Salto Caxias.

Um canal de grande dimensão executado em toda a largura do vertedouro mostrou-se uma solução ideal, pois seria definitiva para o problema. Porém os altos custos aliados às incertezas hidrológicas que caracterizam o local da obra tornaram inviável essa solução.

3.1.4 - Canais de interligação

O principal objetivo dessa alternativa foi verificar a viabilidade de serem criadas condições de circulação de água entre as diversas fossas e para isso se estudou a implantação de canais interligando as fossas maiores com o leito do rio.

Concomitantemente, seriam interligadas a esses canais as depressões existentes no leito do rio, no trecho entre o vertedouro e a barra de blocos de rocha, de modo que permitissem a circulação dos peixes entre elas, evitando a necessidade de resgate nessas áreas. Nessa situação seriam formadas duas grandes ilhas entre os canais.

3.2 - Alternativa Escolhida

Foram apresentadas ao IAP as duas últimas alternativas supracitadas. Este instituto optou pela solução dos canais de interligação, pois apresenta uma melhor relação de custo e benefício para preservação da ictiofauna a jusante da UHE GJR.

Essa solução consiste na execução de um pequeno canal interligando as duas fossas maiores, situadas junto à laje de proteção a jusante do vertedouro, e outros três canais maiores com 3,0 m de largura e fundo na El. 256,00 m, cruzando a barra de blocos de rocha, para ligação dessas fossas com o rio Iguaçu. A cota de fundo na El. 256,00 propicia uma profundidade mínima de 1,50 m nos canais com apenas uma máquina em operação na casa de força.

A principal dúvida da validade dessa proposta era sobre a possibilidade de assoreamento desses canais pelo material solto com vazões vertidas mais altas. Dessa forma, foi preparado um modelo reduzido para avaliação dessa alternativa (figura 3).



FIGURA 3 – Modelo reduzido dos canais de interligação

Os resultados dos ensaios mostraram que:

- Com vazão de 5.000 m³/s não houve arraste de material;
- Com a vazão de 10.000 m³/s, tempo de recorrência de aproximadamente 10 anos, descarregadas utilizando as 14 comportas do vertedouro, foi observado pequeno arraste de material solto nas proximidades do canal 2. Com o vertedouro operando apenas com a calha 1, comportas de 1 a 8, houve grande arraste de material na região entre os canais 1 e 2;
- Com a vazão de 20.000 m³/s, tempo de recorrência de aproximadamente 25 anos, foi observado o arraste de todo o material na região situada entre os canais 1 e 2 e um pequeno arraste entre os canais 2 e 3.

Mesmo com a comprovação de arraste de material para o interior dos canais requerendo a necessidade de manutenções após eventos de vazões maiores, optou-se, em comum acordo com o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, pela implantação dessa alternativa, por apresentar uma melhor relação entre custo e benefício. Essa

escolha foi formalizada através de condicionante para renovação de autorização ambiental para o resgate de peixes nº 8282.

3.3 - Definição do projeto

A escolha da alternativa conduziu aos parâmetros de definição do projeto. Sabia-se, previamente, que uma grande parte dos serviços consistia da remoção de material inconsolidado, formado por rochas soltas de diversos diâmetros, originado pelo processo contínuo de erosão do leito do rio provocado pelo impacto do volume de água vertido. A quantificação desse material foi feita a partir de estimativas de levantamentos de seções das áreas dos canais. Houve grande dificuldade para essa definição, pois em várias regiões não se poderia afirmar se a linha de projeto era formada por rocha firme no leito do rio ou material inconsolidado (Figura 4). Esse material, a princípio, seria removido e depositado em locais adjacentes à área ou utilizado para fechar as fossas menores que ainda permaneceriam isoladas no local.



FIGURA 4 – Marcação dos canais 2 e 3

Ocorre que, ao longo do tempo de operação da usina, um processo erosivo acentuado vem ocorrendo na margem esquerda do rio Iguaçu, ocasionado pelo impacto das vazões vertidas sobre essas áreas. Esse impacto vem provocando a retirada gradativa de solo dessas margens, impedindo a recuperação de áreas de proteção permanente. Dessa forma, decidiu-se pela utilização do material oriundo da escavação dos canais para a execução de diques de enrocamento, com o objetivo de atenuar o impacto do fluxo das águas e proteger o crescimento das espécies vegetais nativas plantadas para a recuperação ambiental dessas áreas.

4.0 - CONTRATAÇÃO

O processo de contratação da obra foi realizado em 2006 e conduzido por um grupo multidisciplinar formado por integrantes das áreas de meio ambiente, hidrologia, projeto e construção da COPEL. Coube ao grupo a difícil tarefa de estabelecer dispositivos contratuais que garantissem à COPEL a continuidade da obra e a minimização de impactos ambientais bem como, permitir à contratada, um fluxo financeiro adequado em caso de suspensão dos serviços pela necessidade de vertimento. As principais características que tornaram complexa essa obra, foram as condições hidrológicas do local e a variação do nível de água devido à operação da casa de força da usina. Essas características, aliadas às incertezas dos quantitativos do projeto e aos cuidados ambientais necessários, orientaram os dispositivos utilizados para contratação da empresa para realização da obra.

4.1 - Hidrologia

Devido ao fato da obra estar localizada imediatamente a jusante do vertedouro, a operação deste impacta significativamente na execução dos canais.

As operações de descarga pelo vertedouro são imprevisíveis em decorrência das características do rio Iguaçu, cuja variabilidade das vazões afluentes não apresenta sazonalidade definida. Essa condição decorre principalmente dos seguintes motivos:

- O reservatório da UHE GJR opera com pequeno deplecionamento, resultando em pequeno volume útil, que não possibilita a alocação de um volume de espera que proporcionasse proteção significativa para esta obra;
- O rio Chopim (7.000 km²), que descarrega suas águas no reservatório da UHE GJR, é muito instável, podendo provocar variações significativas de vazões em curto intervalo de tempo.

Em anos atipicamente secos é possível observar períodos prolongados em que não é necessária a operação do vertedouro. Em outras situações, num curto período de tempo, inferior a um ano, pode-se observar grandes

vazões afluentes e vertidas, e nos meses seguintes, uma estiagem prolongada. No mês de outubro de 2005, por exemplo, houve o maior vertimento desde a entrada em operação dessa usina, atingindo valores superiores a 10.000 m³/s. Aproximadamente três meses depois observa-se o início de uma estiagem prolongada, com valores de vazão afluentes, em média, inferiores a 1.000 m³/s. Essas situações demonstram a imprevisibilidade da bacia do rio Iguaçu, onde podem ser observados, ao longo do mesmo ano, grandes cheias e prolongadas estiagens.

Dessa forma, somente com poucas horas de antecedência, em certas situações, é possível prever a necessidade de operação do vertedouro. Esta condição impõe a necessidade de estabelecimento de um sistema de comunicação permanente que garanta um tempo mínimo de aviso à empresa contratada para a retirada de pessoal e equipamentos das frentes de serviço.

4.2 - Níveis de elevação do canal de restituição

Imediatamente a jusante do local das obras está situada a casa de força da UHE GJR, cujas descargas influenciam no nível de água do rio Iguaçu, em níveis que situam-se acima da cota de execução das obras.

Em condições normais, a operação da casa de força apresenta uma significativa variação de vazão, oscilando entre 400 m³/s e 2.000 m³/s, e conseqüentemente o nível de água do rio Iguaçu oscila entre a elevação 257,50 m e a elevação 259,00 m.

Não é possível, de maneira geral, prever as variações de vazão turbinada devido às características da operação do sistema interligado nacional. Apesar de existir uma programação diária de geração, problemas em outras centrais geradoras, ou mesmo no sistema de transmissão, podem obrigar a entrada imediata em operação de uma determinada máquina da usina que estivesse fora da programação para aquele momento. Além disso, possíveis ajustes realizados em tempo real podem alterar a potência das máquinas alterando as vazões turbinadas, e conseqüentemente, o nível no canal de fuga da usina.

4.3 - Dispositivos contratuais utilizados

As restrições anteriormente mencionadas condicionaram a forma de contratação da empresa para realização da obra. As principais condicionantes utilizadas na contratação foram as seguintes:

- Devido às incertezas quanto às quantidades de material escavado foi utilizada a modalidade de medição por preço unitário dos serviços. Essa forma de contratação exige a presença de equipe de fiscalização durante todo o tempo para acompanhamento das atividades;
- Exigiu-se da empresa contratada a instalação de um sistema de medição de vibração, com utilização de micro-sismógrafos, pois as detonações para desmonte de rocha seriam realizadas próximo às estruturas da casa de força e do barramento;
- Foi informado à contratada sobre as oscilações do nível de água devido às operações da casa de força, ficando esta responsável pela avaliação e planejamento da forma de condução das atividades;
- Exigiu-se da contratada a disponibilização de equipe para resgate de peixes imediatamente antes das detonações;
- Garantiu-se à contratada o pagamento de horas improdutivas devido, restritamente, às operações de vertimento com períodos superiores a 4 horas diárias, bem como a extensão dos prazos contratuais devido a esta situação.

5.0 - IMPLEMENTAÇÃO DA OBRA

5.1 - Início da Obra

A contratação da empresa para execução da obra ocorreu em setembro de 2006 e após 1 mês foi dada a ordem para início dos serviços. Esta postergação de início das atividades ocorreu devido ao período de estiagem que atingiu a região sul em 2006. Esta situação inédita no histórico da operação da usina, exigiu a manutenção de vertimento constante para garantir a vazão sanitária mínima necessária devido à ausência de geração de energia na UHE GJR.

5.2 - Implementação do empreendimento

O término da estiagem e o reinício de geração propiciou uma condição favorável à execução da obra pois os reservatórios de regularização a montante da UHE GJR apresentavam um volume de espera considerável. Esta situação foi confirmada, pois não ocorreu nenhum vertimento em todo o período de execução da obra.

O empreendimento sofreu algumas alterações durante a sua execução, uma destas foi a manutenção de septos com material inconsolidado a jusante dos canais 2 e 3. O objetivo desta alteração foi impedir a entrada de peixes nas áreas de serviços.

Foram realizados todos os esforços necessários para o salvamento do maior número possível de indivíduos das regiões alagadas com possível impacto das detonações. Todas as detonações foram monitoradas através de equipamento de acompanhamento sismográfico devido à proximidade com a barragem.

Conforme previsto, parte do material retirado das áreas para configuração dos canais foi utilizado para a execução de taludes para proteção da margem esquerda do rio Iguaçu. O plantio de espécies vegetais nativas nestas áreas iniciou ainda no período da obra, com a expectativa da formação de barreiras vegetais que auxiliem na manutenção das margens. Para tanto, na porção frontal dos taludes foram plantadas *Sebastiania schottiana* (sarandi), *Calliandra brevipes* (quebra-foice) e *Mimosa bimucronata* (maricá), espécies arbustivas reófilas, caracterizadas pelo denso sistema radicial, caules flexíveis e capacidade de suportar a submersão temporária, mesmo a grandes velocidades de fluxo.

O prazo final do contrato e os custos previstos foram cumpridos. A seqüência de figuras de 5 a 6 mostra alguns aspectos dos serviços executados.



FIGURA 5 – Margem esquerda do rio Iguaçu – antes e depois do talude de proteção



FIGURA 6 – Canais para passagem de peixes – antes e depois da execução

6.0 - CONCLUSÃO

Apesar de todos os estudos desenvolvidos e por se tratar de uma obra inédita, sem a avaliação da efetividade da proposta, não se pode afirmar que o problema ambiental será resolvido por completo. Espera-se, obviamente, que os canais atendam aos objetivos propostos ou diminuam significativamente a necessidade de intervenções das equipes para o salvamento de peixes.

De qualquer forma deve-se destacar o sucesso na implementação de um empreendimento complexo alcançado com o empenho e o trabalho conjunto de profissionais com diversas formações e oriundos de várias áreas da COPEL.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. Plano de Controle Ambiental - Construção do Canal de Peixes a Jusante do Vertedouro da Usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias). Brasil.

CIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. - Plano de Controle Ambiental - Complementação - Construção do Canal de Peixes a Jusante do Vertedouro da Usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias). Brasil.

CIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. Construção de Canais de Interligação para evitar o aprisionamento de peixes a jusante do vertedouro da UHE Salto Caxias - Relatório de Engenharia. Brasil.

CIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. Usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias) - Contrato 33866/2006 – Escavação de canais para passagem de peixes. Brasil.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Paulo Sérgio Pereira

Nascido em Campo Largo, PR em 17 de novembro de 1968.

Graduação (1994) em Engenharia Civil: UFPR - Universidade Federal do Paraná

Empresa: COPEL – Companhia Paranaense de Energia, desde 1996

Supervisor do Setor de Gestão Ambiental – Departamento de Engenharia Ambiental