

# **RELATÓRIO DE VIAGEM**

---

## **Visita técnica de Canal do Piracema**

Itaipu Dam, Brasil, 14 a 19 de janeiro de 2004

Karl English  
LGL Environmental Associates  
(Tradução Lisiane Hanh)

**Avaliação Preliminar da Passagem de Peixes pelo canal de Itaipu usando Técnicas de Radio-telemetria**

Elaborado por

Karl K. English and William J. Koski

LGL Limited  
Environmental Research Associates  
9768 Second Street  
Sidney, BC

Para

World Fisheries Trust

31 de Março de 2004

## Background

A World Fisheries Trust, juntamente com seus parceiros brasileiros e canadenses, está implementando o projeto “Pesca Sustentável e Conservação” no Brasil, particularmente no Rio São Francisco. Os elementos-chave deste projeto são realizar mudanças positivas em práticas de manejo da pesca, destacar programas de suporte social para famílias de pescadores em comunidades ribeirinhas, e transferir tecnologias para o manejo sustentável e a conservação.

Radiotelemetria é uma tecnologia particularmente útil para avaliar o comportamento dos peixes durante as migrações, como também avaliar a eficiência de passagens de peixes. Ela também é uma tecnologia praticamente nova no Brasil, e pode servir muito bem numa pesquisa com a participação de pescadores locais. O Canal de Itaipu é um laboratório ideal para o estudo do comportamento de peixes em passagem de peixes, como também para treinamento em radiotelemetria (Figura 1). Um estudo preliminar no Canal de Itaipu iniciou em Janeiro de 2004, visando testar procedimentos de marcação, marcas e equipamento de rastreamento, e promover treinamento local para os parceiros brasileiros.

Os planos iniciais de estudo identificaram vários objetivos, alguns dos quais somente poderiam ser parcialmente atingidos ao longo do tempo de estudo. Estes objetivos foram:

- 1) Avaliar a eficiência da passagem de peixes (habilidade para nadar para montante, características do comportamento em áreas a montante) em pontos chave ao longo do canal de peixes, utilizando espécies representativas da fauna importantes para a pesca ou para as companhias hidrelétricas. Nós também poderemos estar aptos a testar questões ambientais relacionadas à migração para montante (por exemplo, precipitação pluviométrica, fluxo de água, fotoperíodo, temperatura). Estas informações poderão otimizar protocolos para operação do canal, mas também irão fornecer subsídios para projetos de passagem de peixes e protocolos para que os peixes sejam afastados de áreas não desejáveis (como saída das turbinas, por exemplo); em hidrelétricas ao longo de todo país.
- 2) Contribuir para estabelecer planos de monitoramento em longo prazo, incluindo:
  - Plano de estudo;
  - Determinação do equipamento e treinamento de pessoal; e
  - Condições de operação recomendadas para o canal de peixes
- 3) Rede de trabalho de grupos de pesquisa em radiotelemetria de peixes e associados com o projeto Peixes, Pessoas e Água: Itaipu, NUPELIA, UFMG, pescadores; e
- 4) Estimular a pesquisa participativa (especialmente entre pescadores e pesquisadores).

Dado o alto custo do aluguel de receptores, o plano inicial foi limitar o uso a um mês de aluguel e então substituí-los por receptores similares adquiridos pelo projeto da passagem de peixes pelo canal de Itaipu. Entretanto, atrasos no envio dos equipamentos comprados por Itaipu resultaram numa redução no alcance deste estudo.

**Figura 1.** Porção no meio do Cana de Itaipu por cima do lago principal



## **Métodos**

### **Plano de estudo**

Planos de estudo alternativos foram discutidos e avaliados em relação aos objetivos do projeto durante a fase de planejamento inicial no Canadá. O principal fator limitante foi o número de receptores disponíveis e a data antecipada do estudo. A curta duração do estudo requereu que o peixe fosse rapidamente capturado, marcado e solto muito próximo a um receptor. Os outros dois receptores disponíveis foram instalados a montante e a jusante do local de soltura. As seções entre os receptores deveriam apresentar diferentes gradientes, e por isso, diferentes desafios para migração. Entretanto, os desafios iniciais não deveriam ser tão extremos, uma vez que necessitaríamos algum indicador do movimento para montante para confirmar um potencial básico de migração das espécies em estudo. A localização ótima para nossos testes iniciais pareceu ser a porção superior do canal acima do lago. Esta seção incluiu gradientes baixos e moderados e continha uma pequena lagoa próxima ao meio da seção que poderia dar a oportunidade para aclimatação no canal aos peixes marcados depois da soltura e antes de se movimentarem para montante ou jusante.

O plano inicial de estudo foi capturar e marcar até 30 peixes pertencentes a 4-5 diferentes espécies o mais rápido possível e instalar os receptores nas estações fixas nos três pontos durante o período de 2-3 dias, enquanto os peixes marcados se recuperavam da cirurgia. As localizações propostas para os três receptores foram: 1) final da porção baixa do canal próximo ao lago; 2) junto a lagoa onde todos os peixes seriam soltos, na porção superior do canal; e 3) a saída montante do canal. Os receptores foram descarregados (downloading) todos os dias durante a primeira semana para avaliar as configurações das estações fixas, identificar problemas, maximizar as oportunidades de treinamento e fornecer informação imediata dos movimentos dos peixes marcados.

A primeira tarefa logo após a chegada no local de estudo foi avaliar as condições logísticas de captura e manuseio, examinar o canal e revisar as alternativas no plano de estudo juntamente com os parceiros brasileiros. O plano de estudo inicial descrito acima foi aprovado numa reunião no dia 14 de janeiro de 2004.

### **Coleta de peixes**

As operações de pesca foram iniciadas em 16 de Janeiro de 2004, sob a coordenação do Norberto, um pescador profissional do rio São Francisco. Duas tarrafas com diferentes malhas foram usadas em vários locais ao longo do Canal de Itaipu. Os esforços de pesca

iniciais foram concentrados nos locais de soltura propostos com a expectativa de marcar alguns peixes que estariam em processo de migração para montante (Figura 2). Uma espécie não migradora comum no canal, o tucunaré (*Cichla ocellaris*) foi capturada nesta lagoa e marcada, mas nenhuma espécie migradora foi capturada neste ponto. Esforços de pesca foram então direcionados para uma porção mais “natural” do canal (o rio Bela Vista), imediatamente abaixo da primeira escada de concreto. Um total de cinco diferentes espécies migradoras foram capturadas nos pontos ao longo do rio Bela Vista. Estas espécies incluíam: o peixe de couro “surubim” (*Pseudoplatystoma fasciatum*), o peixe de couro “armado” (*Pterodoras granulosus*), o curimbatá (*Prochilodus lineatus*), o piaú (*Leporinus obtusidens*) e a piava (*Schizodon borelli*).

**Figura 2.** Norberto pescando contrarrafa no lago superior do canal Itaipu ao lado do lugar de soltura de peixes marcados



As espécies marcadas representam peixes importantes comercial e culturalmente e também em termos de capacidade migradora e comportamento:

O surubim (3-15 kg, 80-152 cm) é um carnívoro de grande interesse na maioria da porção não-amazônica brasileira, realiza extensas migrações reprodutivas- embora esta espécie seja muito pobremente caracterizada. Esta espécie é foco na pesquisa de radiotelemetria no rio São Francisco, onde também é objeto de esforços para recuperação de estoques e aquicultura. Os indivíduos capturados foram todos machos, mas que desovaram completamente. Eles foram capturados na porção superior do rio Bela Vista.

O armado também é um peixe de couro migrador, mas não é um nadador tão forte quanto o surubim e migra por distâncias menores. É nativo do rio Paraná inferior, mas é uma das espécies que foram introduzidas na bacia do alto rio Paraná pela construção da hidrelétrica de Itaipu, onde a colonização foi explosiva. Esta espécie possui relativamente baixo valor comercial, mas é atualmente a base da pesca artesanal no reservatório de Itaipu. O período reprodutivo do armado é mais tarde, quando comparado as outras espécies migradoras consideradas neste estudo, e os indivíduos capturados ainda não haviam formado totalmente as gônadas. Isto também foi diagnosticado no baixo rio Bela Vista. O saber popular adverte que mulheres grávidas não devem ingerir este peixe, possivelmente devido ao teor de gordura. Não haviam mulheres grávidas no nosso grupo, mas nenhum de nós comeu nenhum destes peixes, então não podemos comentar este aspecto.

O curimatá é um peixe characídeo migrador detritívoro (3-15 kg, 30-80 cm) que, segundo estimativas, representa mais de 80% da biomassa de alguns rios da América do Sul (incluindo o Paraná). Esta espécie é então, parte essencial do ecossistema de um rio, e é a base da pesca tradicional. O curimba é um nadador forte, e têm sido registradas migrações a montante de até 1.500km para a reprodução. Todos os indivíduos marcados foram capturados na base das partes artificiais da passagem de peixes. Todos haviam desovado em grande medida.

O piau é um characídeo onívoro menor e menos numeroso, mas bem apreciado- especialmente pelos pescadores esportivos. É de importância secundária na pesca comercial, devido a baixa abundância, embora tenha sido artificialmente estocado no reservatório de Itaipu e ser um candidato a aquicultura. É um migrador, também razoavelmente forte nadador, mas pouco é conhecido sobre sua biologia. Este peixe foi relativamente comum na porção média do rio Bela Vista, sendo que a maioria dos indivíduos havia desovado (incluindo aqueles que foram marcados).

A piava é um pequeno (30cm) characídeo herbívoro. Pode ser bastante numeroso em densos cardumes para migração, mas para a pesca somente é geralmente importante para propósitos de subsistência e consumo local, e pouco é conhecido sobre sua biologia.

Duas espécies migradoras que são particularmente importantes na pesca, o dourado (*Salminus brasiliensis*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) são alvos de planos de monitoramento em longo prazo no canal, mas não foram vistos durante este estudo. A ausência destas espécies e a condição gonadal dos peixes que foram capturados induzem os biólogos locais a concluir que nós estávamos relativamente atrasados em relação a estação de migração e haveria pouco valor em marcar mais que 2-3 indivíduos de cada espécie capturada. Conseqüentemente, nossos alvos de captura e marcação foram reduzidos de 30 para 10-15 peixes.

## **Marcação**

Dois tipos de radiotransmissores foram usados neste estudo. O do tipo Lotek MCFT-3BM foi implantada nos peixes menores (30-50 cm) e as maiores, MCFT-3A foram implantadas em peixes maiores que 50 cm. A marcação foi realizada usando tanto implantes esofágicos (sem cirurgia) como implantes cirúrgicos abdominais. O implante esofágico é o mais rápido e menos evasivo método para inserir radiotransmissores num peixe. Não é necessário anestésico e a marca é simplesmente inserida através da boca do peixe até o seu estômago.

Entretanto, o formato da boca do peixe, o tamanho de seu estômago e o tamanho da marca pode tornar esta abordagem inapropriada ou impossível, e a marca pode ser regurgitada. Em contraste, implantes abdominais cirúrgicos requerem consideravelmente mais tempo para aplicar o anestésico e imobilizar o peixe, mas eliminam preocupações relacionadas a rejeição da marca. Para cirurgia, peixes foram anestesiados com óleo de cravo ou imobilizados com corrente elétrica.

Cirurgia com anestesia por óleo de cravo consiste num banho anestésico inicial (contendo 1ml de óleo de cravo para 40 litros de água) até o peixe não responder mais ao toque (2-3 minutos). Os peixes foram então transferidos para uma esponja úmida numa superfície rasa para a cirurgia, com as brânquias banhadas por uma contínua mistura de solução de óleo de cravo e água por um pequeno tubo (Figura 3). Este procedimento é similar à rotina usada no rio Columbia para inserir transmissores de rádio em salmões juvenis (English et al. 2000).

**Figura 3.** Lisiane Hahn e Domingo Fernandez terminando a marcação de um surubim (*P. fasciatum*) com implantação da marca de radiotelemetria e aplicação de uma marca externa tipo Lea



Imobilização elétrica foi conduzida numa bacia maior com o peixe em uma tipóia de pano. A corrente elétrica (AC) foi aplicada através de eletrodos em placas de metal até o final do banho, com aumento lento da amperagem até o peixe ficar imobilizado e não responder ao toque. Esta corrente foi mantida durante a cirurgia. Este método é usado pelo grupo de pesquisa da UFMG.

Os procedimentos cirúrgicos foram similares para os dois anestésicos. Quando apropriado, escamas foram removidas antes de fazer uma incisão de 2 cm na parede do abdômen. Um cateter foi inserido pela incisão e puxado para fora da parede abdominal 3-5cm posterior a incisão. A antena do radiotransmissor foi então inserida através do cateter. O cateter foi removido antes da inserção do radiotransmissor na cavidade do corpo. A incisão foi fechada utilizando 3-4 pontos. A incisão foi colada usando Vetbond (um adesivo para tecido).

Uma vez que o radiotransmissor foi implantado com sucesso, uma marca hidrostática externa foi aplicada e cada peixe foi medido no comprimento padrão, total e pesado.

### **Manutenção e transporte dos peixes**

Todas as marcações foram realizadas no laboratório de peixes localizado ao lado da parte superior da escada inferior do canal. Este prédio também possui quatro grandes tanques que foram usados para manter os peixes tanto antes quanto depois da marcação. Bombas forneciam água do canal para cada tanque. O nível da água em cada tanque foi mantido em 1-1,5m durante os períodos de manutenção e reduzidos para 0,3m quando os peixes eram removidos para marcação ou soltura. Todos os peixes foram mantidos nestes tanques por pelo menos uma noite antes da marcação e por 1-3 dias entre a marcação e soltura. Um tanque circular de transporte de peixes com oxigênio foi usado para transportar os peixes dos locais de captura até o laboratório e do laboratório até o local de soltura (Figura 4 e 5).

**Figura 4.** Tranque de transporte e procedimento de soltura no lago superior do canal



**Figura 5.** Um armado (*Pterodorus granulosus*) logo antes da soltura



### **Rastreamento**

Rastreamentos pós-soltura foram realizados usando tanto as estações fixas como técnicas de monitoramento móvel. Estações fixas foram configuradas nos três pontos propostos: Ponto 1- porção final inferior do canal superior próximo ao lago; Ponto 2- adjacente a lagoa onde todos os peixes seriam soltos na porção superior do canal; e Ponto 3- a saída montante do canal (Figura 6). Cada estação fixa incluiu um receptor Lotek modelo SRX400, duas antenas modelo Yagi com três elementos (uma direcionada para montante e outra para jusante); um “antena-switcher”; uma bateria 12V para carregar o receptor, e um cabo coaxial para conectar as antenas ao “switcher” e do “switcher” para o receptor.

**Figura 6.** Localização das estações fixas instaladas para o estudo piloto de Janeiro de 2004



Em duas das estações, por questão de segurança, os receptores, switchers e baterias foram inseridos numa caixa de metal com cadeado e ambas as antenas foram anexadas a um poste de madeira de 3m de altura ao lado da caixa (Figura 7). Na estação próxima a saída a montante do canal, o receptor, switcher e bateria foram armazenadas dentro de uma pequena construção para controle da estrutura de fluxo e as antenas foram montadas nas grades de cada estrutura de controle de fluxo. As alturas das antenas acima da água foram: quatro metros no ponto “1”, 15m no ponto dois e quatro m no ponto “3”.

**Figura 7.** O equipe de radio telemetria montando e testando uma estação fixa ao lado do canal superior onde todos os peixes marcados com radio-transmissores foram soltas em janeiro de 2004



Monitoramento móvel foi conduzido usando um receptor SRX400 e uma antena yagi 3-elementos. A maioria dos monitoramentos móveis realizados ao longo do canal entre as estações fixas foram conduzidos a pé enquanto um veículo foi usado para monitorar ao longo da margem do lago.

### **Manejo e Análise dos Dados**

Os registros de peixes foram descarregados do receptor da Lotek no mínimo duas vezes por semana, e mais freqüentemente quando a memória do receptor começava a encher antes do próximo download. Todas as estações fixas foram monitoradas diariamente na primeira semana para checar o status da memória do receptor, a precisão do relógio interno e a voltagem da bateria.

Os dados armazenados pelos receptores da Lotek foram descarregados para um laptop no formato de arquivo “hex”, os quais foram convertidos para o formato padrão ASCII utilizando um programa desenvolvido pela LGL Limited (SRXW303.EXE). Este programa avalia vários diagnósticos, incluindo o número de registros não-válidos. Se o número de registros não-válidos for grande, o receptor é descarregado uma segunda vez. O programa SRXW303 também mostra a distribuição dos ruídos de antena por nível de potência, então os problemas com antenas específicas podem ser isolados, e uma medida apropriada dos problemas pode ser tomada. Durante o período em que o pessoal da LGL esteve em campo, todos os arquivos de dados foram transferidos para um computador da LGL para processamento dos dados. No final da primeira semana, todos os arquivos foram transferidos para computadores mantidos por dois parceiros brasileiros (Lisiane Hahn e Angelo Agostinho, Universidade Estadual de Maringá). Nas semanas posteriores, os dados dos receptores foram enviados por e-mail após cada download para Lisiane Hahn (<lisi@wnet.com.br>) e para o pessoal da LGL (Karl English <kenglish@lgl.com> e Bill Koski <koski@lgl.com>, Cezary Sliniowski <cezary@lgl.com> com registros de qualquer irregularidade.

Uma vez recebidos todos os dados das estações fixas foram organizados numa estrutura de base de dados e analisados utilizando o programa *Telemetry Manager* Version 2.8, desenvolvido pela LGL Limited. O programa *Telemetry Manager* facilita a importação de dados brutos dos arquivos descarregados dos receptores da Lotek e a organização destes numa base contendo registros para cada dado transmitido por um peixe marcado. O software então processa os dados para remover registros que não encontram critérios específicos para registros de dados válidos. Exemplos de dados inválidos incluem ruído de fundo, registros com potência de sinal que está abaixo de um limiar determinado, um só registro para uma dada combinação de frequência-código-localização, e registros que foram armazenados antes de um tempo e data reais de soltura. O *Telemetry Manager* então comprime os dados numa base de dados operacional que contém o tempo de chegada e partida de cada zona, número de registros e potência máxima para cada série de detecções para cada peixe marcado. Estes dados são imediatamente disponibilizados para uma tela com mapas da área de estudo que mostra a localização de cada zona. Estes mapas podem ser usados para examinar o número de peixes de cada espécie detectada em cada zona, a primeira e última localização para todos os peixes, ou a seqüência de detecções para um indivíduo.

### **Transferência de tecnologia**

Todos os passos do trabalho de campo, incluindo planejamento, foram desenvolvidos junto com os parceiros brasileiros. As tecnologias transferidas durante este projeto incluem: planos de estudo, procedimentos de marcação, configuração e manutenção de equipamentos de radiotelemetria, manejo de sistemas de dados e processamento de dados através de programa de computador. Demonstrações de campo e treinamento no local foram o método de comunicação inicial. Cópias do programa de processamento de dados da LGL foram fornecidas aos parceiros brasileiros sem custo e instaladas em vários computadores durante o programa de campo. Inicialmente, o treinamento foi focado nos procedimentos de downloading e avaliação de campo dos receptores em operação. Protocolo de download dos dados foi desenvolvido com os parceiros brasileiros e documentado em inglês e português (ver apêndice A).

### **Resultados**

#### **Marcação e soltura**

Um total de 14 peixes de seis diferentes espécies foi marcado com radiotransmissores e soltos na porção superior do Canal de Itaipu, junto a Estação “2”. Detalhes do comprimento e peso

de cada peixe marcado e os métodos de marcação utilizados são fornecidos na Tabela 1. Informação sobre os horários de marcação e soltura são fornecidos na Tabela 2. Somente dois peixes foram marcados utilizando a abordagem de implante esofágico devido a preocupações que este procedimento poderia afetar o comportamento alimentar e as marcas utilizadas poderiam ser regurgitadas. O intervalo de marcação foi mais curto para estes peixes devido a não utilização de anestesia. A maioria das cirurgias foi realizada utilizando óleo de cravo como anestésico, com o procedimento usualmente durando de 20 – 28 minutos no total. Estes períodos de marcação foram consideravelmente maiores que os 3-4 minutos requeridos para implantes cirúrgicos em salmões juvenis (English et. al., 2000). Parte deste tempo adicional foi devido ao treinamento, mas a maioria foi devido a pele grossa e resistente dos peixes, e intervalos maiores foram necessários para anestésiar estes grandes peixes.

**Tabela 1.** Comprimento, peso e método de marcação para cada peixe marcado.

| Peixe No. | Canal | Código | Espécie   | Peso (g) | Comp. total (cm) | Comp. Padrão (cm) | Pessoa   | Método De marcação | Anestésico |
|-----------|-------|--------|-----------|----------|------------------|-------------------|----------|--------------------|------------|
| 1         | 5     | 5      | curimbata | 3400     | 55.0             | 47.0              | Karl     | esofágico          | nenhum     |
| 2         | 9     | 15     | piáu      | 550      | 35.0             | 28.0              | Karl     | esofágico          | nenhum     |
| 3         | 5     | 4      | piáu      | 550      | 36.0             | 29.2              | Karl     | cirurgia           | Oleo-cra   |
| 4         | 17    | 104    | curimbata | 3350     | 58.0             | 49.2              | Karl     | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 5         | 9     | 10     | piava     | 850      | 42.5             | 37.0              | Luiz     | cirurgia           | Oleo-cra   |
| 6         | 5     | 3      | piava     | 550      | 39.0             | 34.0              | Luiz     | cirurgia           | elétrica   |
| 7         | 3     | 50     | armado    | 2050     | 54.0             | 48.0              | Lisiane  | cirurgia           | Oleo-cra   |
| 8         | 17    | 39     | armado    | 1800     | 56.0             | 40.0              | Luiz     | cirurgia           | elétrica   |
| 9         | 9     | 14     | surubim   | 2950     | 77.0             | 66.5              | Karl     | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 10        | 9     | 7      | surubim   | 2850     | 75.0             | 68.0              | Karl     | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 11        | 3     | 100    | tucunaré  |          | 49.0             | 42.0              | Norberto | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 12        | 5     | 2      | tucunaré  |          | 41.0             | 35.5              | Brian    | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 13        | 3     | 25     | surubim   |          | 86.0             | 77.0              | Lisiane  | Cirurgia           | Oleo-cra   |
| 14        | 24    | 25     | armado    |          | 50.0             | 42.0              | Lisiane  | Cirurgia           | Oleo-cra   |

**Tabela 2.** Data de marcação, intervalo de marcação e data de soltura para cada peixe marcado.

| Peixe No. | Canal | Código | Espécie   | Data da marcação | Tempo Inicial (hh/mm) | Tempo Final (hh/mm) | Intervalo de Marcação (min) | Data Soltura | Horário Soltur (hh/mm/ss) |
|-----------|-------|--------|-----------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------|
| 1         | 5     | 5      | curimbata | 15-Jan-04        | 08:30                 | 08:35               | 5                           | 18-Jan-04    | 12:47:50                  |
| 2         | 9     | 15     | piau      | 15-Jan-04        | 08:45                 | 08:50               | 5                           | 18-Jan-04    | 12:00:40                  |
| 3         | 5     | 4      | piau      | 16-Jan-04        | 14:10                 | 14:31               | 21                          | 18-Jan-04    | 12:13:16                  |
| 4         | 17    | 104    | curimbata | 16-Jan-04        | 14:41                 | 15:04               | 23                          | 18-Jan-04    | 11:58:11                  |
| 5         | 9     | 10     | piava     | 16-Jan-04        | 15:26                 | 15:39               | 23                          | 18-Jan-04    | 12:02:30                  |
| 6         | 5     | 3      | piava     | 17-Jan-04        | 12:25                 | 12:53               | 28                          | 18-Jan-04    | 12:04:10                  |
| 7         | 3     | 50     | armado    | 17-Jan-04        | 13:14                 | 13:39               | 25                          | 18-Jan-04    | 12:12:19                  |
| 8         | 17    | 39     | armado    | 17-Jan-04        | 13:49                 | 14:28               | 39                          | 18-Jan-04    | 12:09:40                  |
| 9         | 9     | 14     | surubim   | 17-Jan-04        | 15:06                 | 15:26               | 20                          | 18-Jan-04    | 14:43:50                  |
| 10        | 9     | 7      | surubim   | 17-Jan-04        | 15:32                 | 15:52               | 20                          | 18-Jan-04    | 12:47:10                  |
| 11        | 3     | 100    | tucunaré  | 19-Jan-04        | 17:25                 | 17:49               | 24                          | 20-Jan-04    | 18:00:00                  |
| 12        | 5     | 2      | tucunaré  | 21-Jan-04        | 10:20                 | 10:40               | 20                          | 21-Jan-04    | 12:27:00                  |
| 13        | 3     | 25     | surubim   | 21-Jan-04        | 11:20                 | 11:40               | 20                          | 21-Jan-04    | 12:25:00                  |
| 14        | 24    | 25     | armado    | 22-Jan-04        | 15:30                 | 15:45               | 15                          | 22-Jan-04    | 16:21:00                  |

## Rastreamento

Das seis espécies marcadas, duas (surubim e curimbatá) demonstraram que podem migrar para montante através das porções superiores do canal (Tabela 3). Dois dos três surubins (Peixe n.9 solto em 18 de janeiro e peixe n. 13 solto em 21 de janeiro) passaram a estação de montante (Estação 3) e saíram do canal no dia 28 de janeiro as 6:52 e 6:57 da manhã, respectivamente. As últimas detecções na antena de montante da estação 2 foram 05:43 e 04:03 para o peixe n.9 e n.13 respectivamente. Depois de residirem na lagoa do meio do canal por 10 e 7 dias, respectivamente, eles migraram para montante e saíram do canal praticamente ao mesmo tempo. O outro surubim (peixe n.10) migrou para jusante 10h após a soltura e foi detectado pela última vez na antena de jusante da Estação “1”, pouco antes da remoção desta estação em 18 de fevereiro. Este peixe foi detectado em diferentes partes do lago principal como também na antena de montante da estação “1” em diversas ocasiões durante um mês do período de estudo.

Os dois curimbatás detectados na saída montante do canal foram soltos no mesmo dia (18 de janeiro), entretanto, o momento de saída do canal teve 22 dias de diferença. O primeiro curimbatá que saiu do canal foi marcado usando o método de implante esofágico. O tempo de deslocamento entre as estações “2” e “3” foi similar para os dois peixes, então a diferença total na data de saída foi devido ao maior tempo de residência no ponto de soltura (24 dias) para o segundo peixe. Inicialmente, nós havíamos pensado que este peixe poderia ter regurgitado a marca no ponto de soltura, entretanto, o registro na estação a montante forneceu clara evidência que o peixe manteve a marca e que o método esofágico pode ser uma opção viável para esta espécie.

**Tabela 3.** Datas de soltura e resultados do rastreamento para cada espécie marcada.

| Peixe<br>No. | Espécie   | Data<br>Soltura | Primeiro registro |           | Residente [d] |           |        |
|--------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------|---------------|-----------|--------|
|              |           |                 | Estação 1         | Estação 3 | Estação 1     | Estação 2 | Est. 3 |
| 1            | curimbata | 18-Jan          |                   | 20-Jan    |               | 2.258     | 0.013  |
| 2            | piáu      | 18-Jan          |                   |           |               | 25.850    |        |
| 3            | piáu      | 18-Jan          |                   |           |               | 25.840    |        |
| 4            | curimbata | 18-Jan          |                   | 11-Feb    |               | 24.236    | 0.014  |
| 5            | piava     | 18-Jan          |                   |           |               | 25.850    |        |
| 6            | piava     | 18-Jan          | 19-Jan            |           | 0.355         | 0.838     |        |
| 7            | armado    | 18-Jan          | 21-Jan            |           | 6.548         | 2.657     |        |
| 8            | armado    | 18-Jan          | 19-Jan            |           | 29.498        | 0.580     |        |
| 9            | surubim   | 18-Jan          |                   | 28-Jan    |               | 9.653     | 0.019  |
| 10           | surubim   | 18-Jan          | 19-Jan            |           | 30.036        | 0.686     |        |
| 11           | tucunarée | 20-Jan          | 22-Jan            |           | 0.004         | 1.974     |        |
| 12           | tucunaré  | 21-Jan          | 24-Jan            |           | 5.846         | 3.316     |        |
| 13           | surubim   | 21-Jan          |                   | 28-Jan    |               | 6.737     | 0.035  |
| 14           | armado    | 22-Jan          | 23-Jan            |           | 0.002         | 0.406     |        |

Das outras quatro espécies marcadas, três espécies (armado *Pterodorus*, piava *Schizodon* e tucunaré *Cichla*) demonstraram claros movimentos a jusante. Os três armados marcados migraram para jusante em diferentes escalas (variando de 10 a 64 horas para mover-se da estação “2” para a “1”). Um dos armados marcados foi detectado na estação “1” 10 horas após a soltura, mas não foi detectado novamente durante o estudo. Isto sugere que este peixe continuou a migração para jusante. Os outros dois peixes foram detectados na estação “1” por períodos de tempo variando entre 8,6 dias até 29 dias. Uma das piavas (*Schizodon*) que se movimentou para jusante viajou mais rápido que qualquer outro peixe, levando somente 1 hora para se deslocar entre as estações 2 e 1. Os dois tucunarés marcados movimentaram-se para jusante mas a diferentes taxas depois de residirem diferentes períodos no local de soltura. Nenhum destes peixes foi detectado durante as últimas três semanas de monitoramento, então isto sugere que estes peixes continuaram a movimentação para jusante.

O piáu *Leporinus* foi a única espécie marcada que não saiu do ponto de soltura. Estes dois peixes foram os menores peixes marcados (35-36cm de comprimento total e somente 550g). Ambos foram continuamente detectados no ponto de soltura durante todo o período em que a estação “2” esteve em operação (15 de janeiro a 13 de fevereiro). Problemas com a bateria interna do receptor da estação “2” fez com que não fossem coletados dados por este receptor de 13 de fevereiro até o fim do período de estudo (18 de fevereiro de 2004).

### Transferência de tecnologia

Este pequeno estudo piloto demonstrou claramente que técnicas de radiotelemetria podem ser usadas para rastrear movimentos para montante e jusante de diferentes espécies de peixes no Canal de Itaipu. Técnicos locais e cientistas foram treinados em procedimentos de marcação que foram apropriados para todas as espécies marcadas. Receptores nas estações fixas foram instalados com sucesso, descarregados e operados por outros parceiros brasileiros tanto durante nosso trabalho conjunto no campo como depois de nossa partida. Todos os dados transferidos via Internet foram recebidos e processados e os resultados foram enviados de volta aos parceiros brasileiros dentro de poucas horas do recebimento dos últimos arquivos de download. Um de nossos parceiros brasileiros tentou baixar e processar os dados usando o software fornecido, mas parece que treinamento adicional é necessário para este processo. A maioria das dificuldades que ela encontrou pareciam estar relacionadas ao pouco entendimento do programa (por exemplo, estrutura de diretórios) e ao formato dos dados

necessários para importar com sucesso os dados recebidos. Nós acreditamos que as deficiências atuais nesta compreensão poderão rapidamente ser resolvidas através de um treinamento adicional planejado para este ano.

### **Consciência pública e empresarial**

Equipes locais de notícias, incluindo jornal e televisão, acompanharam o trabalho durante três ocasiões, resultando em pelo menos dois artigos de jornais. Além disso, os resultados do estudo, o propósito do trabalho, o valor da tecnologia e a pesquisa participativa foram apresentados em uma reunião com o vice-presidente da Itaipu e a equipe de gerentes para meio- ambiente e programa “Fome Zero”.

### **In-kind Contributions**

Os custos da World Fisheries Trust, CIDA e parceiros brasileiros foi uma fração do custo total deste estudo. Seis dos 14 radiotransmissores foram fornecidos para o estudo pela Fisheries and Oceans, Canadá sem custo (uma contribuição de \$1.800). Todos os receptores Lotek SRX400 utilizados nas estações fixas foram alugados para o projeto

pela Nisga’a Lisims Government a cerca de 40% do preço padrão de aluguel mensal da Lotek (uma contribuição de \$4620). A LGL forneceu 8 antenas yagi a 30% do custo de compra e 3 antena “switchers” sem custo (uma contribuição de \$2.192). O pessoal da LGL contribuiu mais de 60 horas no planejamento do projeto antes do programa de campo (uma contribuição de \$8.600) e 4 diárias adicionais de treinamento de campo e tempo de consultoria para um dos parceiros brasileiros em janeiro de 2004 após o trabalho inicial de campo no projeto de Itaipu ter sido completado (uma contribuição de \$4.120). O uso do programa *Telemetry Manager* tem sido fornecido livre de taxas- um valor de cerca de \$4.000. O total das contribuições acima para este projeto e atividades de treinamento relacionadas foi \$25.328 (130% dos custos faturado pela LGL Limited)

### **Benefícios para as Companhias Canadenses**

O trabalho conduzido em janeiro de 2004 e atividades relacionadas resultaram num contrato entre a LGL Limited e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Florianópolis, Brasil para assessorá-los na avaliação e testes do equipamento de radiotelemetria para um estudo em andamento no rio Uruguai. O trabalho foi completado com sucesso no início de março de 2004, quando Bill Koski, um dos especialistas da LGL em radiotelemetria, viajou para o Brasil para trabalhar com a equipe da UFSC no rio Uruguai.

Nosso treinamento e esforço para avaliação dos equipamentos em Itaipu e no rio Uruguai tem fornecido uma oportunidade para mostrar as capacidades e vantagens dos equipamentos de telemetria fabricados por empresas canadenses. No passado, esforços em treinamento intensivo menores permitiram compras de equipamentos canadenses significativas por projetos brasileiros. De fato, os equipamentos de radiotelemetria da Lotek recentemente comprados por Itaipu para pesquisa no canal foram selecionados por cientistas brasileiros que participaram de nosso treinamento anterior onde os receptores da Lotek foram comparados com receptores fabricados em outros países. Há um número de outros produtos de radiotelemetria produzidos por empresas canadenses (como antenas, “power inserters”, amplificadores de sinais e receptores menores) que serão solicitados para estudos em Itaipu e em outros locais no Brasil. Nós antecipamos que o sucesso deste estudo piloto resultará num maior envolvimento do pessoal da LGL no canal de Itaipu e este envolvimento permitirá compras adicionais de equipamentos de radiotelemetria de fornecedores canadenses.

## Recomendações

Nós recomendamos que o trabalho proposto para o próximo período migratório (04 de setembro a 05 de março) seja direcionado seguindo três questões e seções chave do canal de peixes:

Quais condições de fluxo são melhores para o movimento a montante de peixes pelas porções do canal com muros transversais, incluindo o mais alto degrau do topo do canal?

Esta questão está mais relacionada com a seção superior do canal. Esta parte é relativamente curta com diferentes inclinações, têm lagoas em ambas as porções finais para receber peixes, passagem adequada abaixo da área de interesse, então o peixe que estão indo a jusante não é perdido, e perto o suficiente das comportas que o fluxo pode ser prontamente e rapidamente ajustado sem afetar muito o resto do canal.

Os peixes conseguem ir além do lago, ou eles tendem a parar e residir neste local?

Para responder esta questão provavelmente será necessário um tempo de monitoramento mais longo. Esta avaliação exigiria a instalação de receptores quando a água do canal entrar e sair do lago. Monitoramento móvel adicional deverá ser feito em intervalos regulares para identificar áreas de estadia no lago.

Os peixes conseguem subir as duas escadas de concreto abaixo do lago?

Estas escadas representam os maiores desafios para migração de peixes para montante no Canal de Itaipu. Uma série de detectores distribuídos ao longo de cada escada será necessário para identificar obstáculos que podem bloquear ou atrasar a migração de determinadas espécies. Experimentos com fluxos podem revelar o fluxo-ótimo para passagem por estas seções. Monitoramento nas duas escadas de concreto irá exigir o uso de antenas subaquáticas e amplificadores para transmitir os sinais para um único receptor monitorando cada escada. Este tipo de instalação exigirá um profissional com experiência na instalação do equipamento e fornecerá uma excelente oportunidade para treinamento adicional em técnicas que são amplamente aplicáveis para avaliação deste tipo de passagem para peixe. Bill Koski tem grande experiência com este tipo de instalação, e estará disponível para auxiliar com este e outros componentes do estudo proposto durante o próximo período migratório.

As três questões acima e outras poderão ser dirigidas com a instalação dos cinco receptores recentemente adquiridos para a pesquisa de peixes no Canal de Itaipu. Os cinco receptores poderiam ser instalados nos ou perto dos pontos mostrados na figura 8. O receptor na porção baixa do rio Bela Vista poderia assegurar que qualquer peixe solto abaixo das escadas seriam rastreados tanto para cima quanto para baixo. Dois receptores exigiriam monitorar várias antenas subaquáticas instaladas em cada uma das duas escadas de concreto. Até sete antenas poderiam ser monitoradas por um único receptor. Considerando os padrões de fluxo observados no fundo de cada escada nós recomendamos que uma antena seja colocada logo abaixo da entrada da escada de concreto, uma segunda antena localizada nos primeiros trinta metros da escada, uma terceira antena localizada na metade da escada e uma quarta antena na porção mais superior do final da escada. Os dois receptores restantes poderiam ser instalados abaixo do lago, um próximo a Estação 1 (do estudo piloto), e o segundo perto da Estação 2 (também do estudo piloto). A antena da extremidade a montante poderia ser instalada no final da seção de degraus logo abaixo da lagoa onde todos os peixes do estudo piloto foram soltos. Uma vez que o peixe passou para montante daquele ponto não há nada que o impeça ou atrase de completar sua migração pelo restante do canal.

**Figura 8.** Localizações propostas para as cinco estações fixas.



Com relação ao futuro treinamento de parceiros brasileiros, nós incentivamos alguns dos cientistas que estão a frente do projeto a investir algum tempo na compreensão dos procedimentos de processamento de dados que tem sido desenvolvidos nos últimos 12 anos de intensa pesquisa usando técnicas de radiotelemetria na América do Norte. Uma das mais fáceis e mas porém caras maneiras para receber treinamento é gastar 2 a 3 semanas trabalhando com os profissionais da LGL no processamento de dados em Sidney BC. Desde então uma oportunidade de treinamento estava sendo planejada para Lisiane Hahn a começar em maio ou junho de 2004 (atualmente ela já se encontra em treinamento na LGL). Treinamento relacionados a construção, instalação e manutenção de diferentes tipos de antenas subaquáticas será altamente valioso para as pessoas envolvidas com o trabalho de radiotelemetria proposto no Canal de Itaipu. Treinamento adicional em procedimentos de monitoramento móvel utilizando barcos e aviões também será útil para direcionar questões relacionadas ao destino daqueles peixes que passaram com sucesso pelo canal de Itaipu.

### **Agradecimentos**

Nós agradecemos a Joachim (Yogi) Carolsfeld e Brian Harvey da World Fisheries Trust. Pelo seu interesse, comprometimento, energia positiva e auxílio durante cada fase deste projeto. Nós agradecemos a CIDA e membros do comitê diretor do projeto Brasil- Canadá “Peixes, Pessoas e Água” pela aprovação do auxílio financeiro necessário para iniciar este estudo. Nós agradecemos a Domingo Fernandez da Itaipu Binacional e Lisiane Hahn da Universidade Estadual de Maringá pelo auxílio no planejamento deste estudo e apoio logístico de campo. Fernando Argston e Fernando Bergmann auxiliaram na instalação, manutenção e downloading relacionados com os receptores das estações fixas. Nós agradecemos a Fisheries and Oceans do Canadá pelo fornecimento de seis radiotransmissores usados neste projeto. Ao governo da Nisga’a Lisims por alugar três receptores com custos reduzidos e a LGL Limited por fornecer uma variedade de equipamentos e ferramentas essenciais de radiotelemetria a um custo muito baixo ou sem custo nenhum.

## **Appendix A. Protocolo de checagem de receptor e downloading**

### **Geral**

Procurar documentar todos os problemas assim que aparecerem: se não pode resolvê-los na hora, é necessário saber que existem.

Revisar todos os receptores pelo menos cada dois dias.

Organiza, arquivar, e fazer download dos dados a cada semana (veja instruções do Manejo dos Dados).

Transmitir todos os dados do download via internet, juntos com qualquer anotações de irregularidades ou problemas a Lisiane ([lisi@wnet.com.br](mailto:lisi@wnet.com.br)) e Cezary ([cezary@lql.com](mailto:cezary@lql.com)), com cópia ao Karl ([Kenglish@lql.com](mailto:Kenglish@lql.com)) e Bill Koski ([koski@lql.com](mailto:koski@lql.com)).

### **Preparações para ir ao campo**

Equipamentos para levar:

- caixa de ferramentas
- chaves
- bateria
- bloco de anotações
- laptop com a bateria carregada
- guarda- sol/chuvas

### **Revisão rápida do receptor SRX400 (sem download)**

- Aumentar volume e escutar se o receptor está pegando ruído ou marcas e ver na tela se está escaneando frequências;
- Aperta ESC para sair do modo de escanear – se não sair, mesmo tentando várias vezes, trata-se de um problema para registrar. Para resolvê-lo, desliga e liga o receptor de novo;
- Apertar F10 para chegar no menu principal e ver o status da memória (apertando 4 seguido por 1);
- Anotar o número de bancos de dados e o número de registros mostrado na tela;
- Se tiver problema de não funcionar ou da memória estar muito cheia (acima de 4 bancos de dados), entrar em contato com a Lisiane o mais rápido possível;
- Re-iniciar o escaneamento do receptor apertando em seqüência “code log”, “run” (1), e “continue (2).

## Download e Revisão integral

Confirmar voltagem da bateria e da tomada de eletricidade, se for o caso

Confirmar se as antenas estão todas certas e que não tem fios soltos em nenhum lugar..

Revisar a caixa por fora para confirmar se não tem nenhum dano nem irregularidade.

Revisar o receptor da forma indicada na revisão rápida.

### *Download do SRX400:*

Selecionar o diretório de arquivos apropriado no computador usado para o download. Os arquivos de dados são estruturados em diretórios da seguinte forma:

- Itaipu2004
  - Janeiro04
    - Jan04semana1
    - Jan04semana2
  - Fevereiro04
    - Fev04semana1
    - Fev04semana2
    - Fev04semana3
- 5) Cada diretório deve ter cópia dos programas “Winhost” e “SRXW303” para fazer o download e confirmar os dados. Estes programas colocam os arquivos gerados automaticamente nos diretórios onde residem.
- 6) Fazer conexão entre o receptor e o computador através do cabo serial.
- 7) No computador, abrir o programa de Winhost e:
  - Através do comando “Link”, selecionar “connect”
  - Através do comando “Transfer”, selecionar “Capture SRX Data”. Nesta tela, selecionar opção de “All file types” no campo “file type” e digitar o nome do arquivo a ser criado no campo “File Name” – usando o formato de:
    - F<site><mes><dia><número do download do dia>.hex
    - Por exemplo, F0101210.hex denomina o arquivo do primeiro download (0) no site número 1 do dia 12 de janeiro.
- 8) No receptor, da tela de F10, selecionar “dump” (2), seguido por “hex” (5).
  - **Obs:** Se os dados estão chegando com caracteres estranhos, as taxas de “baud” do receptor e do computador podem estar diferentes. Geralmente um baud de 19200 é

o mais usado – confirme que esta opção está selecionada tanto no receptor como no computador.

- 9) Pode-se preencher as fichas de dados e confirmar que não tem fios soltos enquanto o computador estiver baixando os dados.
- 10) Depois que todos os dados foram baixados, iniciar o programa de SRXW303 para avaliar e converter os dados, selecionando o arquivo “.hex” a ser convertido da listagem na tela do programa.
- 11) Revisar os diagnósticos (“log file status report”) no início do arquivo criado:
  - Low Battery Warnings = número de vezes que uma carga baixa da bateria foi detectada.
  - Bad Dates = número de dados com datas mais adiantadas do que a data do computador (não fazem sentido).
  - Date Sequence Errors = número de registros onde as datas vão na seqüência inversa (não fazem sentido)
    - **Obs:** se o número de erros de datas ficar acima de 1% do total, (“total records” – TEM QUE FAZER O DOWNLOAD DE NOVO.
  - Data Gaps = indicação que não houve registro de bateria nem de dados num período maior de 1 hora e 10s, e indica a duração deste intervalo.
    - **Obs:** se o intervalo indicado for maior do que 3 horas, tem que anotar na ficha de registro do receptor.
  - Bad records = número de registros ruins. Estes incluem registros de dados que não fazem sentido: antenas menores que zero ou maiores de 7, códigos maiores de 255, canais maiores que 25, potência maior que 255. Se sempre tem altos números destes registros, o receptor tem problemas. **Chamar ou enviar email para Lisiane imediatamente.**
  - Code 255 Records – número de eventos de ruído forte ou colisões de sinais
  - Battery Checks – número de confirmações do estado da carga da bateria
  - Earliest Data – a data e hora do primeiro registro
  - Most recent Data – a data e hora do último registro
    - **Obs:** o “Earliest Data” deve ser a hora do último download e o “Most Recent Data” deve ser próximo da hora de quando o processo do download atual foi inicializado. Se não, deve REGISTRÁ-LO na ficha de checagem do receptor. Pode ser que não houve um download completo, e deve-se fazê-lo de novo – usando um nome com o último número diferente (i.e. F0101211.hex)

- “Completeness/correctness of frequency table” – avaliação da tabela de frequência. Se tiver um “S” após uma frequência, esta não está sendo monitorada.
- Gráficos da diagnostico de ruído: faz uma avaliação de ruído em relação à potência do sinal.
  - Se tiver muito ruído de potência baixa (<20), pode ser que tem que modificar o “gain”. Comunicae o problema à **Lisiane** para discutir providências.
  - Muitos ruído de alta potência indicam colisões de sinais das marcas, comunicar a Lisiane

“Hits by Channel” indica o número de sinais detectado nas várias frequências (=canais). Confirmar se tem resultados para os canais esperados.