



**XXI SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO -XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA

O USO DO SISTEMA RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) PARA AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA ESCADA PARA PEIXES DA UHE SERGIO MOTTA – CESP

**Ricardo Luiz Wagner
UNIOESTE**

**Sergio Makrakis
UNIOESTE**

**Rene Alberto Fuster Belmont
CESP**

**João Henrique Pinheiro Dias
CESP**

**Cassius Kley Plucinski Nardi
UNIOESTE**

**Karane Alisson Silvestre de Moraes
UNIOESTE**

**Dimas Alves Junior
UNIOESTE**

RESUMO

O estudo foi realizado na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta – CESP entre os meses outubro/2009 e abril/2010. O objetivo deste estudo foi analisar a efetividade deste sistema de transposição, quantificando a atratividade e a eficiência de passagem dos peixes, usando o sistema de rádio frequência (*RFID*) e *transponders* (*PIT-tags*), implantados em 775 indivíduos na rampa a 1100 (m) da entrada da escada e no tanque 11, foram 372 indivíduos marcados sendo todas migradoras. As estimativas da eficiência e risco foram diferenciadas entre as espécies estudadas, sugerindo que variáveis hidrológicas podem impor restrições no deslocamento ascendente das espécies.

PALAVRAS-CHAVE

Atratividade, Escada para Peixe, Migração, Eficiência e Hidrelétrica

5.0 - INTRODUÇÃO

Com a interferência humana nos regimes hídricos naturais através de represamentos de cursos d'água (Agostinho *et al.*, 1992), inúmeros impactos foram causados a populações de peixes nativas e, particularmente, daquelas que são altamente especializadas a condições lóticis, ou seja, as reofílicas (Petts, 1984), muitas das quais são migradoras de longa distância.

Tais migrações são movimentos sincronizados realizados por espécies em direção a um “*home range*”, ocorrendo em estágios específicos do ciclo de vida, basicamente para reprodução, alimentação e abrigo em condições não favoráveis, quando esses habitats não são necessariamente os mesmos nos diferentes estágios do ciclo de vida (Northcote, 1978, 1984). Os peixes migradores do rio Paraná, em geral, desovam em trechos superiores de grandes tributários e os habitats berçários são lagoas em trechos inferiores e ao longo das margens (Agostinho *et al.*, 2003). Entretanto, as barragens e reservatórios, associados, têm reduzido a conectividade do rio e suas planícies de inundação (Lucas & Baras, 2001), e as espécies migradoras podem ter suas populações fragmentadas, mudando suas rotas ou acumulando a jusante das barragens (Agostinho *et al.*, 2004), a menos que sejam implantados mecanismos de transposição que restabeleçam a conectividade entre os habitats (Godoy, 1985; Quirós, 1988; Prosser, 1986) como escadas, eclusas, canais de migração e elevadores (Clay, 1995).

Avaliações e monitoramentos de sistemas de transposição para peixes é de suma importância para verificar e avaliar os impactos positivos e negativos e, assim, tomar medidas de mitigação. Dois aspectos têm sido considerados cruciais para determinar o sucesso da passagem através de um sistema de passagem para peixes em particular: primeiro, se os peixes podem encontrar a entrada do sistema (atratividade) e, segundo, se os peixes vão passar por todo o sistema (eficiência) (Aarestrup *et al.*, 2003). A eficiência dos sistemas de passagens para peixes tem, sobretudo, sido vistas como um conceito qualitativo, que envolve a verificação do sistema e capacidade

de atender satisfatoriamente a passagem das espécies alvo, neste caso as migradoras de longa distância, sob as condições ambientais existentes durante o período de migração (Makrakis *et al.*, 2010). Nas avaliações quantitativas de eficiência calcula-se a fração de peixes presentes em um dos lados da passagem, que seja capaz de se mover através do sistema (Larinier, 2001, 2002).

Pesquisadores têm marcado animais há várias centenas de anos, utilizando-se de várias técnicas. Izaak Walton escreveu em 1563, que salmões do Atlântico eram marcados na cauda com fitas por observadores (McFarlane *et al.*, 1990). A variedade de métodos de marcação está relacionada à diversidade de animais a serem marcados, sendo que, para peixes, diversos tipos têm sido contemplados (Nilsen, 1992). Os tipos de marcadores são desenvolvidos continuamente, para tratar das diversas aplicações práticas que envolvem permanência, facilidade de identificação e do efeito no comportamento dos peixes (Parker *et al.*, 1990).

Com o avanço tecnológico, em meados da década de 1980, iniciou o desenvolvimento do sistema de rádio frequência *RFID* (*Radio Frequency Identification*), um sistema composto por módulos de leitura, armazenamento de dados e antenas que, juntamente com a utilização de marcas do tipo *PIT-tag* (*Passive Integrated Transponder*), tem proporcionado uma valiosa contribuição sobre informações da migração, havendo assim, uma crescente utilização dessa tecnologia na marcação individual de peixes (Prentice *et al.*, 1990, Castro-Santos *et al.*, 1996, Armstrong *et al.*, 1996, Greenberg & Giller, 2000). Esta marca, composta por um *chip* e uma bobina, envolta por vidro, tem tempo de vida indeterminado, pois não carrega em si uma bateria, o que possibilita estudos em longo prazo.

A utilização de técnicas biotelemétricas no monitoramento do deslocamento e áreas utilizadas pelas espécies tem respondido às questões relacionadas aos padrões comportamentais em larga escala e em menos tempo (Stasko & Pincock, 1977). Além disso, esta técnica possui a grande vantagem da obtenção de dados, sem a necessidade de recapturar o animal, evitando o estresse causado pelo manuseio (Prentice *et al.*, 1990). Para avaliação de sistemas de transposição do tipo escada para peixes, o primeiro estudo com a utilização de antenas fixas e o sistema de tecnologia *RFID* foi realizado em 1995, com a colocação de antenas em duas escadas e o uso de marcas do tipo *PIT-tag*, para avaliar a ascensão dos peixes (Castro-Santos *et al.*, 1996).

A utilização da análise de sobrevivência, para avaliação de sistemas de passagens de peixes, através das funções de ascensão e risco, pode ser um instrumento adequado para detectar possíveis pontos ou locais da escada, que estejam dificultando a passagem ou mesmo impedindo a ascensão dos peixes (Makrakis, 2007).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar a eficiência de atração (atratividade) e a eficiência da ascensão na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP, com a utilização do sistema de rádio frequência *RFID*.

Especificamente, foram avaliadas as diferenças quanto a atratividade da escada para as espécies analisadas e as diferenças de eficiência na ascensão entre as espécies estudadas, bem como, em relação ao local de soltura dos indivíduos.

6.0 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A UHE Engenheiro Sergio Motta com potência instalada de 1.800 (MW), pertencente à Companhia Energética de São Paulo-CESP, está localizada no rio Paraná, entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, no município de Rosana. O represamento do rio Paraná, por uma barragem de 13000 (m) de comprimento, composta por uma de terra de 12000 (m), e complementada aquela distância pelo vertedouro e a casa de força em concreto, ver Figura 1.

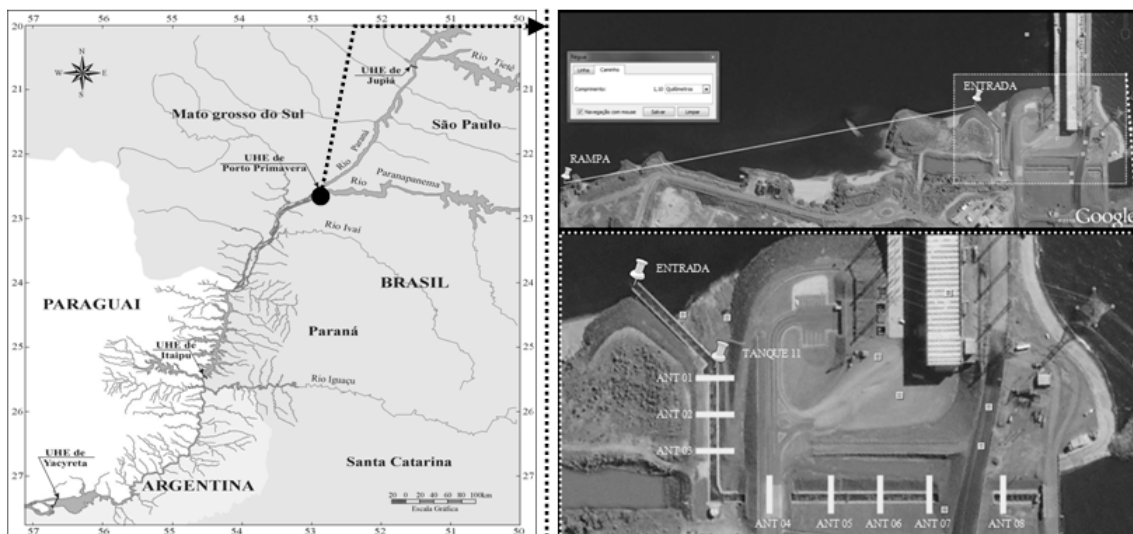


Figura 1 - Trecho do rio Paraná com reservatórios que apresentam mecanismos de transposição (exceto Jupia), localização da UHE Eng. Sergio Motta (UHE de Porto Primavera) e Imagem da escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e localização da rampa, antenas e tanque 11. Município de Rosana, São Paulo, Brasil (Fonte: Pesquisa, foto: Google Earth).

Atualmente estão em funcionamento um elevador e uma escada para peixes. A escada, com uma extensão total de 520 (m), e um desnível de 20 (m), localiza-se ao lado esquerdo do canal de fuga da casa de força, onde mergulha com um ângulo horizontal de 45° em relação ao fluxo do leito principal do rio Paraná. Constituída por uma calha inclinada de seção retangular, com 5 (m) de largura e 2 (m) de altura, os degraus-tanque da escada são formados por 50 paredes transversais, com espaçamento de 8 (m) entre si. Cada parede possui 6 janelas, sendo 3 inferiores e 3 superiores onde há, também, 4 portas metálicas corrediças, 2 superiores e 2 inferiores, que permitem alterar as configurações de fluxo da água. A tomada de água da escada é realizada por uma abertura fixa, sendo a vazão praticamente constante, pelo fato desta ser determinada pelo nível de montante.

2.2 Coleta de dados

Após a realização dos testes para a determinação dos locais para fixação das antenas do sistema *RFID*, foram instaladas, no interior da escada para peixes, 8 antenas (com dimensões de 1,5 x 3,0 (m), construídas com fios elétrico de 4 (mm), inseridos dentro de canos de PVC fixadas à estrutura de concreto da escada por meio de uma quadro de madeira, onde a primeira (antena 1) foi instalada a 100 (m) das foz da escada, logo acima do primeiro tanque de descanso e a última (antena 8) ficou posicionada a 50 (m) da tomada de água, sendo as demais distribuídas de forma equidistante ao longo da escada para peixes, ver Figura 2. Dois módulos de controle, sendo que cada um era composto por 4 leitores, 1 fonte estabilizadora de energia, 1 *nobreak* e 1 computador para gerenciar o sistema e armazenar dados, que ficaram interligados, ver Figura 2 – (e).

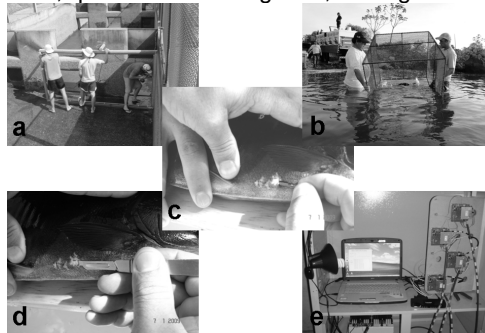


Figura 2 - Foto a – Instalação de antena, b – Gaiola para soltura de peixes, c e d – Processo de marcação, e – Módulo de controle RFID (Foto: Pesquisa).

Cada antena foi ajustada e energizada, capaz de detectar as marcas previamente codificadas, cujos sinais detectados e transmitidos para um leitor, que o decodificava e encaminhava para um computador, através de um software específico. Posteriormente a instalação e ajustes do sistema *RFID*, a qual operou entre novembro/2009 e abril/2010. As coletas para marcação dos peixes foram realizadas na escada, distribuídas ao longo de 4 meses (novembro/2009 a fevereiro/2010). Foram marcados indivíduos das espécies migradoras de longa distância: *Brycon orbignyanus* (piracanjuba) (Valenciennes, 1850), *Leporinus elongatus* (piapara) Valenciennes, 1850, *Piaractus mesopotamicus* (pacu) (Holmberg, 1887), *Prochilodus lineatus* (curimbatá) (Valenciennes, 1836), *Rhinelepis aspera* (cascudo preto) Agassiz, 1829, e *Salminus brasiliensis* (dourado) (Cuvier, 1816). Os indivíduos das espécies *B. orbignyanus* e *P. mesopotamicus* foram provenientes da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Jupia – CESP, as espécies *L. elongatus*, *P. lineatus*, *R. aspera* e *S. brasiliensis* foram capturadas na escada para peixes, através de redes de arrasto e tarrafas. O transporte dos peixes foi feito em caixas de transporte providas de aeração e os indivíduos marcados e liberados em dois locais previamente estabelecidos: a rampa, localizada a uma distância em linha reta de 1100 (m) da foz da escada e o tanque 11, o primeiro tanque de descanso localizado 85 (m) acima da foz da escada, ver Figura 1.

A implantação dos *PIT-tags* de 32 (mm) nos peixes foi realizada com o auxílio de um bisturi, na cavidade peritoneal dos indivíduos, ver Figura 3 – (c) e (d). Previamente a marcação, os peixes foram anestesiados, com uso de benzocaína a uma proporção de 75 (mg/l), diluída em álcool etílico 92,8%. Após a marcação, os peixes foram colocados em uma gaiola, ver Figura 2 – (b), localizada próximo ao local de soltura e após a recuperação, os peixes eram liberados.

6.3 Análise de dados

Para quantificar a atratividade da escada para peixes, analisou-se a relação dos indivíduos marcados e liberados na rampa, com aqueles indivíduos que encontraram a entrada da escada, ou seja, detectados pela primeira antena. Foi considerado, também, o tempo transcorrido desde o momento da soltura dos indivíduos na rampa até o momento em que os peixes passaram pela antena 1.

Para avaliar a eficiência na ascensão dos peixes na escada, utilizou-se a análise de sobrevivência (Allison, 1995), através da **Função de Ascensão** (*Ascend Function*) função (1). Considerou-se como variável resposta (evento) os

indivíduos marcados e que foram detectados pelas antenas (1 a 8), assumindo o movimento dos peixes, o sentido ascendente. Os percentuais foram estimados com o procedimento da Tabela de Vida (SAS, 2009), que representou a verossimilhança de ascensão dos peixes, para as sucessivas 8 antenas instaladas na escada para peixes.

A probabilidade (\hat{P}) de um peixe ascender até a antena i (a_i), ou além, foi calculada pela função:

$$\hat{P}(a_i) = \prod_{j=1}^{i-1} (1 - q_j) \quad (1)$$

sendo q_j a probabilidade de falhar na ascensão, além da antena j . Para $a_i = 0$, a probabilidade de ascensão foi definida como 1,0. Os eventos foram considerados como censos aleatórios, devido as observações finalizarem por razões não controláveis.

Os mesmos dados contínuos de ascensão foram utilizados e analisados pela Função de Risco (2), que quantificou o risco instantâneo que um evento ocorreu em determinada antena (a). Como as antenas foram distribuídas continuamente, a probabilidade de ocorrência de um evento em uma determinada antena a foi necessariamente zero, ou a probabilidade de que o evento ocorresse em um pequeno intervalo entre a e $a+\Delta a$. Porém, o interesse no risco (*Hazard*) foi que este forneceu estimativas para a Função de Risco no ponto médio entre cada antena instalada na escada. Isto foi calculado de acordo com a seguinte equação (SAS, 2009):

$$h(a_{im}) = \frac{d_i}{\left(n_i - \frac{d_i}{2}\right)} \quad (2)$$

em que, para a i ésima antena, a_{im} foi o ponto médio, d_i foi o número de eventos, ou seja, a quantidade de peixes detectados pela i ésima antena, e n_i foi a quantidade, ainda em falha, no início da i ésima antena. A forma do gráfico de risco pode mostrar se ele era constante, aumentava ou diminuía ao longo da escada. O aumento do risco, num determinado ponto ou trecho da escada, significou a diminuição na eficiência da ascensão dos peixes, ou seja, uma relação inversa da função de ascensão. Para uma possível relação com a dificuldade na ascensão em determinados trechos da escada, foi mensurado o tempo decorrido da passagem entre as antenas.

3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos estudos da atratividade e eficiência da escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, foram marcados e liberados na rampa 775 indivíduos. Destes, 151 da espécie *B. orbignyanus*, 204 indivíduos de *P. mesopotamicus*, 196 de *P. lineatus*, 206 de *R. aspera* e 18 de *S. brasiliensis*. No tanque 11, o número de indivíduos marcados e liberados foi de 372, sendo 30 *L. elongatus*, 100 *P. mesopotamicus*, 109 *P. lineatus*, 108 *R. aspera* e 25 *S. brasiliensis*.

Considerando a eficiência da atratividade da escada para os peixes liberados na rampa como o percentual de indivíduos que encontraram a entrada do sistema, os resultados da atratividade estiveram entre 55,39% para *P. mesopotamicus*, e 7,14% *P. lineatus*, ver Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de peixes marcados e soltos na rampa suas respectivas porcentagens de encontro na antena

Espécies	Peixes marcados	Identificados na 1ª antena	%
<i>Brycon orbignyanus</i>	151	24	15,89
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	204	113	55,39
<i>Prochilodus lineatus</i>	196	14	7,14
<i>Rhinelepis aspera</i>	206	53	24,73
<i>Salminus brasiliensis</i>	18	4	22,22

As espécies soltas na rampa geraram resultados diferentes com relação ao tempo para encontrar a entrada da escada. Observou-se que *R. aspera* foi detectado pela primeira antena em menor tempo e em maior quantidade, nos 20 primeiros dias após a soltura. Entretanto, verificou-se que *P. mesopotamicus*, foi a espécie mais abundante na escada, com maior quantidade e distribuição dos indivíduos durante o período do estudo, ver Figura 3.

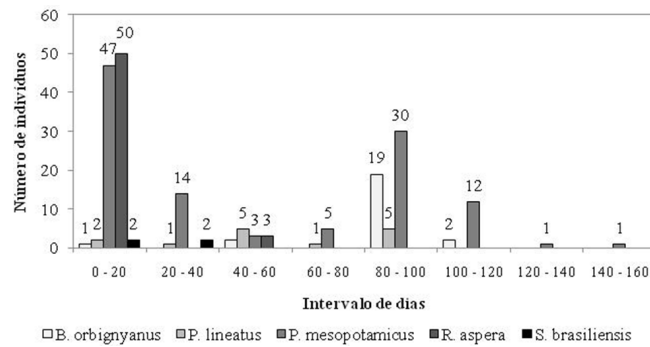


Figura 3 - Número de indivíduos liberados na rampa que encontraram a entrada da escada para peixes, durante o período de estudo.

As análises da eficiência da escada para peixes resultaram em valores diferenciados entre as espécies estudadas, onde as percentagens diminuíram no sentido de jusante a montante, relacionadas a cada ponto médio entre as antenas analisadas.

As análises da eficiência dos indivíduos liberados na rampa, observou-se que, para a espécie *P. lineatus*, observou-se uma pequena taxa em relação a atratividade, ver Tabela 1. Porém, esses indivíduos obtiveram 100% de eficiência no deslocamento ao longo da escada. Indivíduos de *B. orbignyanus* obtiveram um padrão de queda do início ao final da escada, resultando em uma eficiência no final da escada de 79%. Já, a espécie *P. mesopotamicus* obteve uma taxa de ascensão para o final de 94%, ver Figura 4 – (b). Para o *R. aspera*, as percentagens de eficiência na movimentação ascendente foram observados valores que reduziram, conforme se aproximava da montante da escada. Desde a entrada até a saída do sistema de transposição, foi observado que 43% dos indivíduos desta espécie, soltos na rampa, possuem a capacidade de transpor o sistema. A espécie *S. brasiliensis* obteve na porção inicial da escada, eficiência de 100%, reduzindo após a antena 4, resultando em uma eficiência final de ascensão de 75%, ver Figura 4 – (d).

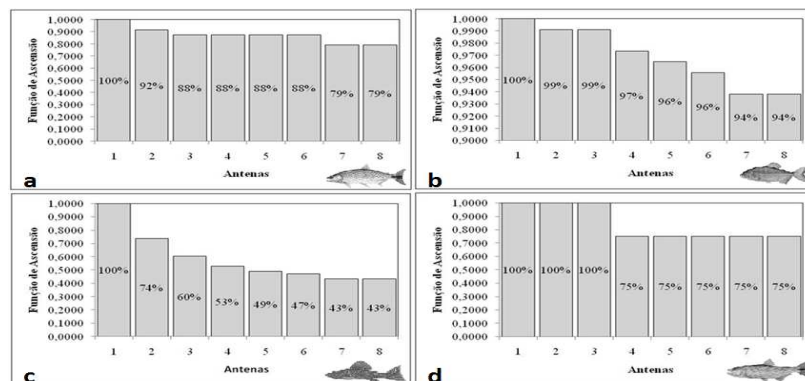


Figura 4 - Eficiência representada no ponto médio entre as antenas na escada, para peixes liberados na rampa. Figura a – *Brycon orbignyanus*, b – *Piaractus mesopotamicus*, c – *Rhinelepis aspera* e d – *Salminus brasiliensis*.

As estimativas das probabilidades de ascensão, através da Função de Ascensão, referente às espécies liberadas no tanque 11, foram relativamente inferiores daquelas observadas para indivíduos soltos na rampa. *P. mesopotamicus* resultou em 78% de eficiência no final da escada, ver Figura 5 – (a). Já a espécie *P. lineatus*, podemos observar um valor de 69% dos indivíduos com capacidade de transpor o sistema como um todo, ver Figura 5 – (b).

R. aspera foi a espécie cuja estimativa de ascensão demonstrou a menor eficiência em ascender o sistema durante o período do estudo, sendo que somente 31% dos indivíduos liberados no tanque 11 tiveram capacidade de movimentarem até a montante da escada ver Figura 5 – (c). Já os indivíduos da espécie *S. brasiliensis* obtiveram eficiência na ascensão em torno de 56%, ver Figura 5 – (d).

Considerando os locais rampa e tanque 11, onde os peixes foram postos em liberdade após a marcação, os resultados foram distintos mesmo para os indivíduos da mesma espécie. Entretanto, os indivíduos liberados no tanque 11, resultaram em valores da eficiência inferiores àqueles liberados na rampa.

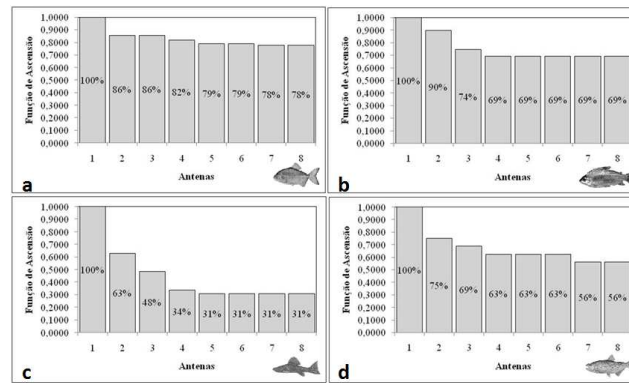


Figura 5 - Eficiência representada no ponto médio entre as antenas da escada, para peixes liberados no tanque 11. Figura a – *Piaractus mesopotamicus*, b – *Prochilodus lineatus*, c – *Rhinelepis aspera* e d – *Salminus brasiliensis*.

As quantificações dos tempos gastos no deslocamento das espécies liberadas na rampa resultaram, no geral, em deslocamentos mais rápidos nos dois trechos iniciais, ou seja, entre as antenas 1-2 e 2-3. Possivelmente, entre as antenas 3-4 e 4-5, podem requerer uma natação mais rápida. Nesses trechos, os indivíduos podem ter usufruído de tanques de descanso existentes entre esta seção, para recuperação do dispêndio de energia anterior, podendo assim, acarretar em atrasos na migração para algumas espécies. Isto foi também evidenciado pela tendência alta, no trecho inicial, e posterior decréscimo dos valores estimados pela Função de Risco, para as espécies *P. mesopotamicus*, *R. aspera* e *S. brasiliensis*, ver Figura 7. Vale ressaltar dois extremos, ao comparar a espécie *P. lineatus*, que deslocou toda a escada com tempo médio acumulado de 1,5 horas, com a espécie *R. aspera*, que despendeu 178,9 horas.

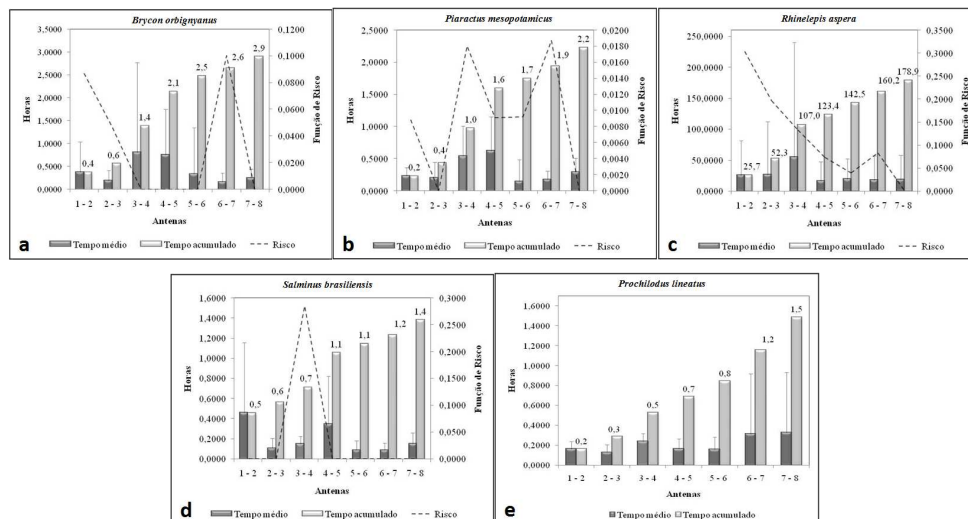


Figura 6 - Função de Risco (linha tracejada), tempo médio de deslocamento ± desvio padrão (barras negras), tempo médio acumulado de deslocamento (barras cinza) para peixes liberados na rampa, entre as antenas da escada para peixes. Figura a – *Brycon orbignyanus*, b – *Piaractus mesopotamicus*, c – *Rhinelepis aspera*, d – *Salminus brasiliensis*, e – *Prochilodus lineatus*.

Para as espécies liberadas no tanque 11, observaram-se tendências de comportamento semelhantes aos observados para indivíduos liberados na rampa, com tempos relativamente inferiores no trecho entre as antenas 3 e 4, com exceção da espécie *S. brasiliensis*, ver Figura 6– (d) e 7– (d), que resultou em movimentação mais lenta, entre as antenas 1 e 2. Levando em conta os valores estimados pela Função de Risco, os comportamentos foram semelhantes, com tendência de decréscimo nas porções superiores da escada, ver Figura 7. O que pode ser observado nas Figuras 4 e 5, os percentuais estimados das eficiências de ascensão, praticamente não reduziram após a passagem pela antena 4, para a maioria das espécies deste estudo.

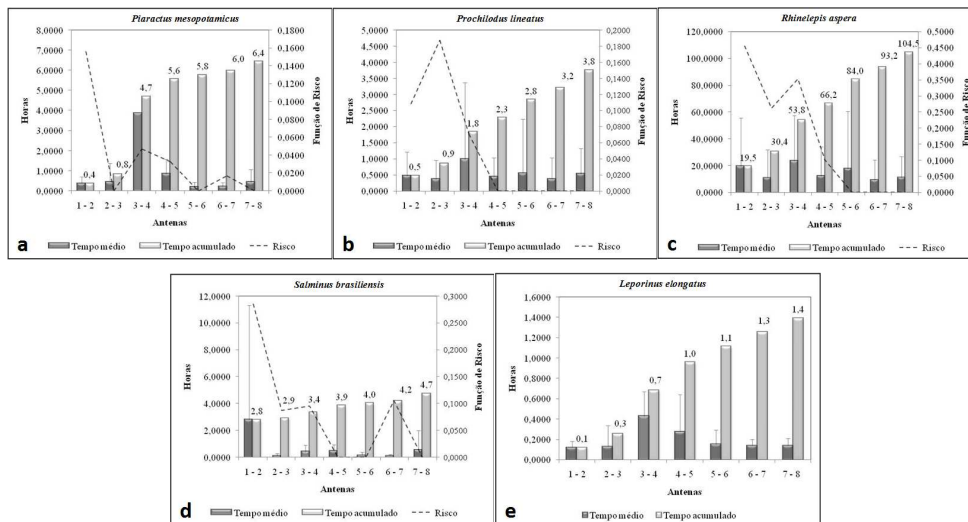


Figura 7 - Função de Risco (linha tracejada), tempo médio de deslocamento \pm desvio padrão (barras negras), tempo médio acumulado de deslocamento (barras cinza), entre as antenas da escada para peixes soltos no tanque 11. Figura a – *Piaractus mesopotamicus*, b – *Prochilodus lineatus*, c – *Rhinelepis aspera*, d – *Salminus brasiliensis*, e – *Leporinus elongatus*.

Os tempos médios para as espécies estudadas transporem o sistema, foram menores para peixes liberados na rampa, ver Figuras 6 e 7, mesmo considerando a demora para encontrarem a escada, ver Figura 4. Resultados diferentes foram observados pela estimativa do risco entre as duas locais de soltura. Foi relevante a diferença ocorrida nos dados da espécie *P. lineatus*, para os peixes soltos no tanque 11, em que se notou que na estimativa de risco, os valores foram elevados entre as antenas 1 e 2, 3 e 4, ver Figura 7 – (b). Já para os peixes da mesma espécie liberados na rampa, as estimativas dos valores de risco foram irrelevantes em toda a escada, sendo o mesmo ocorrido para os indivíduos de *L. elongatus*, ver Figura 6 – (e).

Segundo (Aarestrup *et al.*, 2003), estudos relacionados a eficiência da passagem, para a espécie *Salmo trutta* na Dinamarca, 100% dos indivíduos marcados e liberados a jusante da passagem, encontraram o sistema. Em (FERC, 2004), foram feitas análises de vários sistemas de passagens para peixes, em alguns rios nos Estados Unidos entre 1992 e 2003, constatarem efetividades entre 3 e 100% para espécies de salmão do Atlântico, juvenis de Clupeídeos, juvenis de salmão *Chinook* e truta arco-íris. O objetivo deste estudo foi melhorar os sistemas, bem como, os métodos de análise. Também, foi observado que o salmão do Atlântico, o *american shad* e arenques de rio obtiveram resultados entre 45 e 67%. Durante o mês de abril de 1996, totalizando 11,2% de eficiência, até o mês de junho, com tempo médio de 57 horas, no sistema de Vechterweerd (Winter, 2007). Destes peixes, foram detectados em mais dois sistemas acima deste local: dos 38 indivíduos encontradas em Vechterweerd, 1 chegou até *Hardenberg* (quinta barragem acima) e em *Haandrik* (sexta barragem acima), totalizando 9 dias. Já em estudos relacionados aos anos de 1998 e 1999 usando técnica de marcação por telemetria, foram detectados registros de 10 peixes, entre 13 marcados em *Vechterweerd*; em *Weir Vilsteren*, 100% dos dois peixes marcados foram detectados; para os 10 peixes marcados em *Vilsteren-Junne*, 4 alcançaram o sistema; e em *Zwarte Meer*, dos 25 marcados, 7 transpuseram a passagem.

Em outras análises da eficiência da uma passagem para peixes constatarem que 60% dos indivíduos de *Salmo trutta* marcados ascenderam, ultrapassando todo o sistema. O canal foi subdividido em três seções: A, B, e C, com porcentagem de peixes detectados em 94, 67 e 67%, respectivamente (Aarestrup *et al.*, 2003). Para Winter (2007), o qual analisou várias opções para passagens de peixes (canal passagem, lacunas na barragem e locais desconhecidos), relatou que em *Vechterweerd*, dos 6 peixes, todas utilizaram o canal de passagem; na barragem *Vilsteren*, porém, não foi detectado nenhum peixe; em *Vilsteren-Junne*, dos 4 indivíduos esperados, 1 passou pelo canal e os outros 3 em locais desconhecidos. Por fim, em *Zwarte Meer*, 2 indivíduos utilizaram o canal de passagem e 1 passou por lacunas na barragem, dos 3 peixes marcados, podendo assim, analisar os vários mecanismos para passagens para peixes nos diferentes ambientes.

4.0 - CONCLUSÃO

O uso do sistema *RFID*, para avaliação da efetividade da escada para peixes da UHE Eng. Sergio Motta-CESP foi altamente apropriado, no funcionamento dos dois módulos, na detecção das marcas pelas oito antenas instaladas durante o período do estudo. Com os dados obtidos foi possível fazer as análises da atratividade, bem como as estimativas da eficiência e de risco necessários para avaliação da efetividade deste sistema. A liberação dos peixes na rampa, comparado com o tanque 11, mostrou ser o local mais apropriado para futuros estudos. Os resultados poderão nortear medidas de melhorias e ajustes, fazendo deste sistema mais efetivo. Associado a outras ações de manejo, após esses ajustes, esta passagem para peixes poderá ser um instrumento de conservação para as espécies migradoras de longa distância da bacia do rio Paraná. A necessidade da continuação desses estudos com a marcação de outras espécies migradoras de longa distância por longo período, serão necessários para a concretização dessas premissas.

5.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Aarestrup, K., M. C. Lucas and J. A. Hansen.) Efficiency of a nature-like bypass channel for sea trout (*Salmo trutta*) ascending a small Danish stream studied by PIT telemetry. **Ecology of Freshwater Fish**, 12(3): 160-168, 2003.
- (2) Agostinho, A. A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: A. A. Agostinho, E. C. Benedito (ed.) Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil. Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia. Maringá, EDUEM, 12:106-121, 1992.
- (3) Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki and H. F. Júlio Jr. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. Pp. 19-98. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross and A. Baer (eds) **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Victoria, Canadá, World Bank, 2003. 372 p.
- (4) Agostinho, A. A., L. M. Bini, L. C. Gomes, H. F. Júlio Jr, C. S. Pavanelli, C. S. Agostinho. Fish Assemblages. Pp. 223-246. In: S. M. Thomas, A. A. Agostinho, N. S. Hahn (eds) **The Upper Paraná River and its Floodplain physical aspects, ecology and conservation**. Leiden, Netherlands, Backhuys Publishers. 2004.
- (5) Allison, P.D. **Survival analysis using the SAS system: A Practical Guide**. Cary, North Carolina, SAS Institute Inc, 1995. 292 p.
- (6) Armstrong, J. D., V. A. Braitwaite, and P. Rycroft. A flat-bed passive intragrated transponder array for monitoring behaviour of Atlantic Salmon parr and other fish. **Journal of Fish Biology**, 48(3): 539-541, 1996.
- (7) Clay C. H. **Design of Fishways and Other Fish Facilities**. 2nd ed., Lewis Publishers: Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 1995. 248p.
- (8) Castro-Santos, T., A. Haro and S. Walker. A Passive Integrated Transponder (PIT) Tag System for Monitorig Fishways. **Fisheries Research**, 28: 253-261, 1996.
- (9) FERC-Federal Energy Regulatory Commision. Evaluation of migration effectiveness at hydropower projects: fish passage. Office of Energy Projects. 2004.
- (10) Godoy, M. P. **Aquicultura: atividade multidisciplinar: escadas e outras facilidades para passagens de peixes; estações de piscicultura**. Florianópolis, ELETROSUL, 1985. 77p.
- (11) Greenberg, A., and P. S. Giller. The potential of flat-bed passive integrated transponder antennae for studying habitat use by stream fishes. **Ecology of Freshwater Fish**, 9(1): 74-80. 2000.
- (12) Larinier, M. Environmental issues, dams and fish migration. Pp. 45-89 In: G. Marmulla, (eds). **Dams, Fish and Fisheries: Opportunities, Challenges and Conflict Resolution**. FAO Fisheries Technical Paper. Rome, 2001. 419p.
- (13) Larinier, M. Fishways: general considerations. Pp. 21-27 In: Larinier, M.; Travade, F.; Porcher, J. P. (eds). **Fishways: Biological Basis, Design Criteria and Monitoring**. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. Conseil Supérieur de la Pêche. Paris, 2002. 364p.
- (14) Lucas, M. C., E. Baras, T. J. Thom, A. Duncan, O. Slavik. **Migration of freshwater fishes**. Oxford, Blackwell Science Ltd, 2001. 420p.
- (15) Makrakis, S. **O Canal da Piracema como sistema de transposição de peixes**. Ph.D. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007. 60p.
- (16) Makrakis, S., L. E. Miranda, L. C. Gomes, M. C. Makrakis and H. M. F. Junior. Ascent of Neotropical Migratory Fish in the Itaipu Reservoir Fish Pass. **River Research and Applications**. John Wiley & Sons, Ltd. 2010. DOI: 10.1002/rra.1378.
- (17) McFarlane, G. A.; R. S. Wydoski & E. D. Prince. Historical **review of the development of external tags and marks**. American Fisheries Society Symposium, 7:9-29, 1990.
- (18) Nilsen, L. A. **Methods of Marking Fish and Shellfish**. American Fisheries Society Special Publication, 23, 1992.
- (19) Northcote, T. G. Migratory strategies and production in freshwater fishes. In: S. D. Gerking (eds.) **Ecology of Freshwater Fish Production**. Oxford, Blackwell Science Ltd, 1978. 326p.
- (20) Northcote, T. G. Mechanisms of fish migration in rivers. In: J. D. Mclave, G. P. Arnold, J. J. Dodson and W. H. Neill (eds.). **Mechanisms of Migration in Fishes**. Plenum, New York, 1984. 317p.
- (21) Parker, N. C., A. E. Giorgi, R. C. Heidinger, D. J. Douglas, E. D. Prince, and G. A. Winans. **Fish-marking techniques**. American Fisheries Society Symposium, 1990. 879p.
- (22) Prentice, E. F., T. A. Flaag, and S. Mccutcheon. **Feasibility of using implanted passive integrated transponder (PIT) tags en salmonids**. American Fisheries Society Symposium, 7: 317-322, 1990.
- (23) Petts, G. E. **Impounded Rivers. Perspectives for Ecological Management**. Chichester, U. K., Wiley, 1984. 326p.
- (24) Prosser, N. S. An overview of reservoir fisheires problems and opportunities resulting from hydropower. Pp. 238-246 In: G. E. Hall and M. J. Van Den Avyle (eds). **Reservoir fisheires management: strategies for 80's**. Reservoir Committee, Southern Division American Fisheires Society. Bethesda, Maryland. 1986.
- (25) Quirós, R. **Structure Assisting Migrations of Fish Other than Salmonids: Latin America**. FAO-COPESCAL Technical Documentt, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome; 5:1-50, 1988.
- (26) SAS Documentation. **The Lifetest Procedure**. Pp. 3098-30183. In: SAS/Stat 9.2 User's Guide the Lifetest procedure (Book Excerpt). Cary, North Carolina, SAS Institute Inc. 2009.
- (27) Stasko, A. B., and D. G. Pincock. Review of underwater biotelemetry, with emphasis on ultrasonic techniques. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, 34(9): 1261-1285, 1977.
- (28) Winter, E. **A fisheye view on fishways**. Ph.D. Dissertation, University the Netherlands, Wageningen. 2003.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ricardo Luiz Wagner, nascido em 06 de fevereiro de 1983 em Marechal Cândido Rondon – Paraná. Possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2005). Atualmente é Técnico Laboratorial do GETECH – Grupo de Pesquisas em Tecnologia da Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos - Fundação Universitária de Toledo e mestrando em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela Universidade do Oeste do Paraná. Tem experiência nas áreas de Manejo e Conservação de Recursos Pesqueiros de Águas Interiores, com ênfase em Sistemas de Transposição de Peixes e Estudo da Migração de Peixes.

Sergio Makrakis, nascido em 15 de setembro de 1961 em São Paulo – SP. Possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (1986), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2002), doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá e Mississippi State University (2007), e pós-doutorado pela USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos - 2008). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e docente do Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca e em Conservação e Manejo de Recursos Naturais da mesma Universidade. Tem experiência na área de Aquicultura, com especialização realizada na República Popular da China, com ênfase em piscicultura (sistemas de produção, elaboração e avaliação econômica de projetos, e elaboração de projetos frigoríficos). Atualmente atua nas áreas de Manejo e Conservação de Recursos Pesqueiros de Águas Interiores, com ênfase em Sistemas de Transposição de Peixes e Estudo da Migração de Peixes.

René Alberto Fuster Belmont, nascido em 08 de julho de 1959 em Vitória de Santo Antão – PE. Engenheiro de Pesca em 1983 pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Atualmente é Engenheiro Especialista na área de Meio Ambiente da CESP - Companhia Energética de São Paulo, com a função de Supervisor da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Jupia. Atuação nas áreas de Manejo de reservatórios (limnologia e ictiologia) e Aquicultura. Co-autor de dois artigos publicados em periódicos científicos e autor ou co-autor de 30 resumos e trabalhos em eventos científicos (congressos, encontros ou seminários).

João Henrique Pinheiro Dias, nascido em 05 de novembro de 1958 em Franca - SP. Bacharel em Ciências Biológicas em 1982 pela Universidade Federal de São Carlos, mestrado em Ecologia e Recursos Naturais em 1995 pela Universidade Federal de São Carlos, doutorado em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos em 2003. Atualmente é Especialista em Meio Ambiente da CESP - Companhia Energética de São Paulo, com a função de Gerente da Divisão de Restauração e Conservação de Ecossistemas. Co-autor ou autor de sete artigos publicados e dois aceitos para publicação em periódicos científicos, co-autor de um livro e um caderno de divulgação e autor ou co-autor de 50 resumos e trabalhos em eventos científicos (congressos, encontros ou seminários).

Cassius Kley Plucinski Nardi, nascido em 07 de janeiro de 1985 em Francisco Beltrão - Paraná. Atualmente é graduando em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná e estagiário bolsista do GETECH - Grupo de Pesquisas em Tecnologia da Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos. Tem experiência nas áreas de Manejo e Conservação de Recursos Pesqueiros de Águas Interiores, com ênfase em Sistemas de Transposição de Peixes e Estudo da Migração de Peixes.

Karane Allison Silvestre de Moraes, nascido em 08 de novembro de 1985 em Catanduvas - Paraná. Atualmente é graduando em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná e estagiário bolsista do GETECH - Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos. Tem experiência na área de Conservação de Recursos Pesqueiros de Águas Interiores, com ênfase em estudos de Migração de Peixes.

Dimas Alves Junior, nascido em 24 de julho de 1988 em Assis Chateaubriand – Paraná. Atualmente é graduando em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e estagiário do GETECH – Grupo de Pesquisas em Tecnologia da Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos. Atualmente é bolsista com projeto PIBIC com ênfase em Sistemas de Transposição de Peixes e Estudo da Migração de Peixes.