

## **DIMENSIONAMENTO E MONTAGEM DE ANTENAS PARA RFID (*RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*) NA ESCADA PARA PEIXES DA UHE ENGENHEIRO SÉRGIO MOTTA - CESP**

Lucas Renato Pinz, Sérgio Makrakis (Orientador/UNIOESTE) Ricardo Luiz Wagner, Maristela Cavicchioli Makrakis, Dacley Hertes Neu. e-mail: lucaspesca@hotmail.com

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Engenharia e Ciências Exatas – Toledo – PR.

**Palavras-chave:** *RFID, PIT tag*, rio Paraná, peixes migradores, sistemas de transposição.

### **Resumo:**

O sistema RFID (*Radio Frequency Identification*), que significa Identificação por Rádio Freqüência, trata-se de um método de identificação automática através de sinais de rádio, captando e armazenando dados remotamente, através de dispositivos chamados de tags RFID. O objetivo deste trabalho foi dimensionar e avaliar o funcionamento de antenas para RFID, com uso de marcas do tipo PIT-tag (*Passive Integrated Transponder*). Foram realizados pré-testes com antenas de diversos tamanhos e formatos, na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta- CESP. Os testes foram realizados durante o mês de setembro e outubro de 2008. Inicialmente as antenas foram dimensionadas, utilizando-se do Programa Computacional ADU (*Antenna Design Utility*) da empresa Texas Instruments para obtenção da indutância teórica. Após os pré-testes, várias antenas foram construídas, com as dimensões semelhantes aquelas que serão utilizadas na escada para peixes, com diversas dimensões de diâmetro de fios. Após a montagem da antena, foi feita a leitura da indutância, através de um multímetro, e em posse deste valor, eram feitos ajustes dos jumpers, para se obter uma captação do sinal do PIT-tag, conforme a tabela de regulagem de indutância. Posteriormente eram realizados ajustes finos através da regulagem no Módulo de Sintonia Remota, com objetivo de se obter o melhor resultado do campo de detecção da leitura da marca.

### **Introdução**

A bacia do rio Paraná possui atualmente 200 reservatórios que são responsáveis por 70% da produção hidrelétrica do país (AGOSTINHO; JÚLIO JR, 1999). Porém os represamentos constituem-se na maior fonte pontual de interferência humana nos regimes hídricos naturais (AGOSTINHO et al., 1992), exercendo impactos consideráveis sobre as populações de espécies nativas e, particularmente, daquelas que são altamente especializadas as condições lóticás, ou seja, as reofílicas (PETTS, 1984).

Muitas destas espécies são migradoras e necessitam realizar grandes deslocamentos populacionais de uma região a outra, principalmente, com finalidade alimentar e/ou reprodutiva. Assim, a barreira física imposta pela construção de barragens exerce grande impacto sobre elas (PETTS, 1984).

Os problemas impostos pelas barragens a peixes migradores podem ser minimizados pela implantação de sistemas de transposição como, por exemplo, canais de migração (GODOY, 1985; PROSSER, 1986). Em 1998 teve início à operação da escada para peixes na UHE Engenheiro Sergio Motta, na Companhia Energética de São Paulo - CESP, com o objetivo de conectar o rio Paraná ao reservatório desta hidroelétrica. A escada, com 520 m de comprimento, com 50 degraus-tanques, com dimensões de 5 m largura e 8 m de comprimento, separados por deflatores que dispõe de 6 orifícios, com objetivo de reduzir as velocidade da água. Assim, a escada para peixes representa oportunidades para os estudos do comportamento migratório da ictiofauna da bacia do Paraná, devido a pesquisas comprovarem a alta variedade de espécies que habitam a planície de inundação, a jusante da barragem, e várias dessas espécies já terem ocorrido neste sistema de transposição de peixes (FUNIVERSITÁRIA/CESP, 2004).

Para o estudo do comportamento das populações de peixes, a marcação constitui-se numa técnica essencial. Pesquisadores têm marcado animais há várias centenas de anos, de várias formas. Izaak Walton escreveu, em 1653, que observadores marcavam salmões do Atlântico com fitas nas caudas (McFARLANE et al., 1990).

Desde então, marcas têm evoluído para botões, grampos, cliques, transmissores, produtos químicos e uma infinidade de outros tipos, que se dividem basicamente em marcas externas e internas. A variedade de métodos de marcação está diretamente relacionada à diversidade de animais a serem marcados, sendo que, para peixes, diversos tipos de habitats têm sido contemplados (NIELSEN, 1992).

Desde que foi desenvolvido, em meados da década de 1980, o sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) através do uso 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, ARMSTRONG et al., 1996, CASTRO-SANTOS; HARO, 1996, GREENBERG; GILLER, 2000).

Atualmente, a utilização de técnicas biotelemétricas no monitoramento do deslocamento e na determinação de áreas utilizadas pelas espécies tem respondido às questões relacionadas aos padrões comportamentais em larga escala, em um tempo menor (STASKO e PINCOCK, 1977), otimizando não só os resultados, como também os recursos destinados a esses estudos. Além disso, esta técnica possui a grande vantagem de possibilitar a obtenção de dados sem a necessidade de recapturar o animal, evitando o stress causado pelo manuseio (PRENTICE et al. 1990).

Outra vantagem da biotelemetria está no fato de que esta pode revelar vários aspectos do comportamento do animal marcado, que outras técnicas de marcação não conseguem, pois são úteis também, onde e

quando animais não podem ser vistos ou capturados efetivamente, como em águas túrbidas, em áreas de correnteza ou à noite (HAHN; 2004).

Para avaliação de sistema de transposição, tipo escada para peixes, o primeiro estudo com antenas foi realizado em 1995 por CASTRO-SANTOS e HARO, na qual utilizaram a tecnologia RFID, com a colocação de antenas em duas escadas e o uso de PIT-tags para avaliação da ascensão dos peixes. (HARO, 2002). Dois tipos de antenas foram desenvolvidos para o monitoramento de peixes: (1) antena fixa, onde é instalado em locais estratégicos, e (2) antena portátil, sendo os dois sistemas desenvolvidos pela Empresa Texas Instruments (TIRIS), onde foram testados tanto em laboratório como em campo no monitoramento de peixes (HARO, 2002).

As antenas fixas são confeccionadas com cabos multifilamento de cobre, que imitam uma bobina, sendo vulneráveis a ruídos externos, como transmissão elétrica próximo a ela. O princípio de funcionamento parte da criação de um campo magnético capaz de captar o PIT-tag e enviar seu código para uma base de dados, podendo ser esta, um computador. Assim, um ajuste satisfatório da antena, possibilita que ela possa captar a marca em torno de 1 metro de distância. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diversas dimensões de antenas fixas na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta – CESP (Companhia Energética de São Paulo), município de Rosana, Estado de São Paulo.

## **Materiais e Métodos**

O sistema TIRIS é composto do conjunto do Módulo de Controle com o Módulo de Potência e são ligados ao Módulo de Sintonia Remota através de um cabo coaxial. Este módulo liga-se a antena. O Módulo de Controle, anteriormente deve ser configurado e para isso utiliza-se o Programa Computacional S200 (Texas Instruments) (HARO, 2002).

Inicialmente foram realizadas simulações em um programa computacional chamado ADU (Texas Instruments), inserindo o comprimento, altura, diâmetro e número de voltas do cabo a ser utilizado. Tais simulações nos fornece a indutância teórica. Armações retangulares de canos PVC de ½ polegada foram feitas com a finalidade de fixação das antenas, ou seja, a inserção dos cabos de multifilamento dentro do referido cano de PVC. As antenas foram construídas com duas dimensões: 5,00 x 1,50m e 3,00 x 1,50m. Os cabos de cobre de multifilamentos testados, foram os de 2,5; 4,0; 9,0 e 10,0 mm<sup>2</sup>, de diversas marcas comerciais.

Após a confecção e colocação dos cabos dentro da armação de PVC, era feita a medida da indutância, utilizando-se um multímetro e posteriormente eram realizados os ajustes dos jumpers baseando-se na tabela de ajustes da Empresa OREGON. Foram realizadas ajustes finos, girando o parafuso de regulagem para sintonias finas e a qualidade do ajuste era monitorado através da captação da marca e posterior emissão de som de uma sirene.

Para a avaliação da performance das antenas, adotou-se o critério da eficiência na captação da marca, identificada pela qualidade do som emitido

pela sirene. A eficiência de uma antena será conforme o campo magnético criado, sendo que uma antena eficiente será aquela que consegue captar a marca em toda sua área, inclusive próxima ao seu perímetro externo, não havendo qualquer “buraco” dentro da área interna. As antenas de baixa eficiência são aquelas que não conseguem captar a marca em toda sua área, apresentando tais buracos, geralmente no centro dessas. Assim, o critério adotado foram os valores de eficiência de número 1 correspondem a uma antena de boa leitura, que não apresentaram nenhum buraco em seu centro. Já o valor de número 2 corresponde a uma antena de leitura média, onde possui um pequeno buraco em seu centro, e por fim o valor de número 3 corresponde a uma antena leitura ruim, apresentando um alcance de leitura da marca muito pequeno.

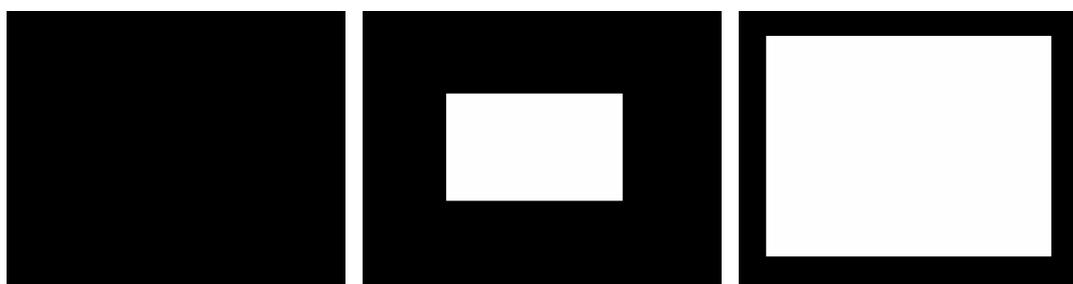


Figura 1 – Esquema representativo do campo magnético das antenas de números 1,2 e 3.

Os testes realizados na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, foram realizados em diversos degraus-tanques, que correspondem aos possíveis locais para a fixação dessas antenas futuramente. Foram utilizadas as marcas com tamanhos de 23 e 32 mm provenientes da Texas Instruments.

## Resultados e Discussão

Inicialmente, foram testados nos degraus-tanques de números 11 e 17. Os testes com as antenas de cinco metros de comprimento, que compreendeu toda a largura do degrau-tanque, demonstraram menor eficiência, quando realizado testes com a marca de 23mm, para todos os diâmetros de cabos. Entretanto, as marcas de 32mm obtiveram uma ótima eficiência de leitura conforme as Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 11, com 5m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	2
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	2
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	23	2
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	32	1
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	23	2
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	32	1

**Tabela 2 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 17, com 5m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	2
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	2
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	23	2
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	32	1
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	23	2
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	32	1

Devido a baixa eficiência na leitura para a marca de 23mm, bem como a necessidade das antenas apenas ficarem restritas nos locais por onde os peixes passam, ou seja, nos orifícios (slots) da escada, as antenas com 5m de comprimento foram desconsideradas para os testes posteriores, o que também evitou-se gastos desnecessários.

Assim, as antenas com dimensionamento menor, ou seja de três metros de comprimento, podem abranger da mesma forma, todos os orifícios, que são utilizados para a passagem dos peixes.

As Tabelas 3, 4 e 5, correspondem aos tanques de número 11, 17 e 21 respectivamente, e apresentaram eficiências semelhantes nas leituras, para os diversos tanques com os diferentes tipos de cabos testados, contudo observou-se que os cabos com diâmetros 9 e 10mm<sup>2</sup> obtiveram um menor alcance da leitura da marca 23mm, o que descartou-se o uso desses cabos na confecção de outras antenas.

**Tabela 3 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 11, com 3m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	1
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	1
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	23	2
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	32	1
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	23	2
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	32	1

**Tabela 4 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 17, com 3m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	1
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	1
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	23	2
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	32	1
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	23	2
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	32	1

**Tabela 5 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 21, com 3m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	1
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	1
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	23	2
9,0	1	18.9	12.8	1,3,4 e 9	32	1
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	23	2
10,0	1	6.4	11.0	1,3,4 e 9	32	1

Testes realizados no degrau-tanque 33, demonstraram que o cabo de 4mm<sup>2</sup> apresentou melhor desempenho na leitura da marca 23mm, em relação ao cabo com diâmetro de 2,5mm<sup>2</sup>. Este resultado não pode ser explicado, entretanto suspeita-se que ruídos e fatores externos possam ter influenciado (Tabela 6).

**Tabela 6 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 33, com 3m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	2
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	2
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1

Para a antena localizada no degrau-tanque 37, notou-se que para ambos os cabos de 2,5 e 4mm<sup>2</sup> obtiveram sucesso na leitura da marca de 32mm, porém este fato não ocorreu na leitura da marca de 23mm. Suspeita-se que este resultado pode ter sido influenciado devido a ruídos e/ou presença de objetos metálicos nas proximidades (Tabela 7).

**Tabela 7 - Resultados das antenas posicionadas no tanque 37, com 3m de comprimento por 1,5m de altura.**

Diâmetro mm <sup>2</sup>	Voltas	Ind. uH ADU	Ind. uH Multímetro	Jumper	Marca	Eficiência
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	23	2
2,5	2	61.6	44.1	5 e 9	32	1
4,0	2	71.2	40.3	4	23	2
4,0	2	71.2	40.3	4	32	1

Observou-se que em todos os locais, onde as antenas foram instaladas, pequenos ajustes poderão ser realizados para melhorar a eficiência, como por exemplo, afastar alguns centímetros a antena da superfície de concreto da escada. Isto pode ser explicado pelo fato que o concreto possui malhas de ferro, o que pode aumentar a sua indutância e reduzir seu campo magnético, comprometendo assim, a eficiência.

Embora o presente estudo tenha realizados testes com apenas duas dimensões de antenas e quatro diâmetros cabos, para montagem e dimensionamento de antenas para o sistema RFID, conseguiu-se obter resultados expressivos sobre a eficiência das antenas tanto na leitura de marcas 23mm como as de 32mm. Estudos realizados por (CASTRO-SANTOS e HARO) comprovaram a eficácia de antenas menores.

Diversos aspectos podem influenciar a eficiência das antenas na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, como a presença de alta tensão, matérias metálicos, qualidade dos cabos e fatores externos de difícil identificação. A necessidade de levantar as possíveis causas de ruídos se faz necessário para construção e funcionamento adequado do sistema RFID neste sistema de transposição para peixes.

## **Conclusões**

Conclui-se que as antenas com dimensões de 3,0m de comprimento por 1,5m de altura, com cabos de diâmetros de 2,5 e 4mm<sup>2</sup>, com duas voltas, proporcionam melhores eficiências de leitura, e possivelmente menor influência dos fatores externos, que possam prejudicar a leitura das marcas 23 e 32mm, para os diferentes locais. A construção das antenas nos locais realizados por este estudo poderão ser realizados, para o estudo da eficiência da escada para peixes, com o uso da tecnologia RFID, na UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP.

## Referências

- Agostinho, A.A. e Júlio Jr., H.F. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. R. H. Lowe-McConnel, Ed. Edusp (ed.). São Paulo, 1999; 374-400.
- Agostinho, A.A., Júlio-Jr, H.F., Borghetti, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Rev. Unimar*. 1992, 14, 89-107.
- Petts, G.E. *Impounded rivers: perspectives for ecological management*. Chichester: John Wiley & Sons, 1984.
- Godoy, M.P. *Aqüicultura: atividade multidisciplinar: escadas e outras facilidades para passagens de peixes; estações de piscicultura*. Florianópolis: Eletrosul, 1985.
- Funiversitária/Companhia Energética de São Paulo-CESP. *Avaliação dos sistemas de transposição da UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP*. Toledo-Paraná, 104, 2005.
- McFarlane, G.A.; Wydoski, R.S. & Prince, E.D. Historical review of the development of external tags and marks. *Am. Fish. Soc. Sym.* 1990, 7, 9-29.
- Nielsen, L.A. Methods of Marking Fish and Shellfish. *Am. Fish. Soc.* 1992, 23.
- Prentice, E.F., Flagg, T.A. & McCutcheon, S. Feasibility of using implantable passive integrated transponder (PIT) tags in salmonids. *Am. Fish. Soc. Sym.* 1990, 7, 317–322.
- Armstrong, J.D., Braithwaite, V.A. & Rycroft, P.A. flat-bed passive integrated transponder array for monitoring behaviour of Atlantic salmon parr and other fish. *J. Fish Biol.* 1996, 48, 539–541.
- Castro-Santos, T., Haro A., Walk S. A passive integrated transponder (PIT) tag system for monitoring fishways. *Fish Res.* 1996.
- Greenberg, L.A. & Giller, P.S. The potential of flat-bed passive integrated transponder antennae for studying habitat use by stream fishes. *Ecol. Fresh. Fish.* 2000, 9, 74–80.
- Stasko, A.B. & Pincock, D.G. Review of underwater biotelemetry, with emphasis on ultrasonic techniques. *J. Fish. Res. B. Can.* 1977, 34, 1261-1285.

Hahn, L. *Padrões de Migração de Peixes no Alto Rio Uruguai e Capacidade de Transposição*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Maringá, 2004.

Haro, A. *Manual of Operation of Tifid Pit Tag Systems*. Turners Falls: USGS, 2002.