

## **RELATÓRIO FINAL**

**AVALIAÇÃO DA PASSAGEM DE PEIXES PELO VERTEDOURO PRINCIPAL DA UHE  
SANTO ANTÔNIO NA FASE PRÉ-ENCHIMENTO E DURANTE ENCHIMENTO DO  
RESERVATÓRIO E AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PEIXES A JUSANTE DA UHE  
SANTO ANTÔNIO COM TÉCNICAS DE RADIOTELEMETRIA**

**EXECUÇÃO: Neotropical Consultoria Ambiental**

**RESPONSÁVEL: Lisiane Hahn**

**PERÍODO: Julho/2011 – Janeiro/2012**

## **SUMÁRIO**

- 1. Introdução**
- 2. Objetivos**
- 3. Materiais e métodos**
- 4. Resultados e discussão**
- 5. Conclusões**
- 6. Responsabilidade técnica**
- 7. Anexos**

## 1. INTRODUÇÃO:

A investigação do comportamento de espécies de peixes migradores em rios antes e depois da construção de usinas hidrelétricas tem sido objeto de um número crescente de projetos em diversas bacias hidrográficas brasileiras. Entretanto, os movimentos destas espécies durante a construção de uma usina hidrelétrica ainda são pouco conhecidos.

Estudos desta natureza foram realizados na bacia do rio Uruguai durante a construção das UHE's Foz do Chapecó (rio Uruguai) e Monjolinho (rio Passo Fundo) visando registrar a passagem de peixes durante a obra.

Os dados disponíveis sobre passagem de peixes em vertedouros de usinas hidrelétricas na fase de obra ainda são de caráter preliminar, mas foi comprovado o deslocamento de indivíduos de uma espécie da ordem Characiformes (*Salminus brasiliensis*) por vertedouros na bacia do rio Uruguai.

A passagem de bagres migradores do rio Madeira por vertedouros ainda não havia sido objeto de pesquisas até o início deste estudo, solicitado à Neotropical Consultoria Ambiental pela Santo Antônio Energia.

Neste documento são apresentados os objetivos, metodologia, resultados e conclusões do projeto de "Avaliação da passagem de peixes pelo vertedouro principal da UHE Santo Antônio na fase pré-enchimento e durante o enchimento do reservatório e avaliação da distribuição de peixes a jusante da UHE Santo Antônio com técnicas de radiotelemetria", desenvolvido entre julho e dezembro de 2011.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo geral:

Identificar o deslocamento de peixes migradores do rio Madeira através do vertedouro principal da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio na fase pré-enchimento e durante o enchimento do reservatório.

### Objetivos específicos:

- Identificar a passagem de peixes pelo VTP da UHE Santo Antônio através de técnicas de radiotelemetria;

- Descrever os movimentos dos peixes marcados com radiotransmissores a jusante da UHE Santo Antônio;
- Analisar a influência das condições hidráulicas do vertedouro sobre os movimentos dos peixes marcados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **1. Área de estudo:**

Este estudo foi realizado na área do vertedouro principal (VTP) da UHE Santo Antônio (localizado na margem esquerda do rio Madeira) e o rio Madeira até 10 km a jusante da usina (Anexo 1), localizado no município de Porto Velho, estado de Rondônia.

O VTP da UHE Santo Antônio possui extensão aproximada de 360m divididos em 15 vãos de cerca de 20 m de largura livre para passagem da água.

### **2. Estações fixas de radiotelemetria:**

Anteriormente à instalação das bases fixas foram realizados testes com receptores móveis para detecção de possíveis fontes de ruído e o nível de interferência na captação de sinais de radiotransmissores em diferentes frequências.

Foram considerados como critérios para instalação das bases a facilidade de acesso, segurança, locais para fixação de antenas e passagem de cabos e posição das antenas em relação ao vertedouro.

Após avaliação inicial foram estabelecidos os locais para instalação das bases fixas de radiotelemetria, assim dispostas:

Base 01 – Localizada a montante do VTP na margem direita (figura 1) e composta por quatro antenas aéreas.

Base 02 – Localizada a montante do VTP na margem esquerda (figura 2) com três antenas aéreas.

Base 03 – Localizada a jusante do VTP na margem direita (figura 3) com três antenas aéreas.



Figura 1. Base fixa (01) de radiotelemetria localizada na margem direita do rio Madeira a montante do VTP.



Figura 2. Base fixa (02) de radiotelemetria localizada na margem esquerda do rio Madeira a montante do VTP.



Figura 3. Base fixa (03) de radiotelemetria localizada na margem direita do rio Madeira a jusante do VTP.

As três estações fixas de telemetria entraram em funcionamento a partir do dia 24 de julho de 2011 e foram desativas em 08/12/2011 (total de 137 dias). Cada uma delas era composta de receptor de radiotelemetria (Lotek Wireless, modelo SRX 600), antenas aéreas modelo Yagi de 4 e 5 elementos e acessórios.

A área estimada de cobertura das antenas das bases fixas e rastreamento móvel é apresentada no Anexo 1. A determinação da área é apenas uma estimativa com base em informações fornecidas pelo fabricante condizente com cada modelo e número de elementos das antenas e também a altura e ângulo de inclinação em relação à água. Não foi possível determinar com maior precisão estas áreas uma vez que, por se tratar de área de segurança da usina, não foi permitida a navegação no local, necessária a realização de testes com os radiotransmissores.

Os dados armazenados pelas estações fixas foram transferidos para computador portátil pelo menos duas vezes ao mês entre julho e dezembro de 2011. Para o período total de 137 dias de estudo, a base 01 ficou desabilitada por 11 dias, a base 02 por 05 dias e a base 03 por 18 dias, por supersaturação de dados ou problemas relacionados à suprimimento de energia.

### 3. Rastreamentos móveis:

Rastreamentos móveis foram realizados durante o período de estudo tanto pelas margens do rio (carro e a pé) quanto por água com utilização de barco a motor, na área compreendida entre a UHE Santo Antônio (jusante barragem e VTP) até aproximadamente 10 km a jusante (figura 4). Para cada registro de código o receptor registrava também a coordenada correspondente.



Figura 4. Rastreamento móvel de barco a jusante da UHE Santo Antônio.

#### 4. Marcação de peixes com radiotransmissores:

Peixes capturados junto à UHE Santo Antônio (resgates ou transposição) foram marcados com radiotransmissores e soltos no rio Madeira.

Os radiotransmissores (Lotek Wireless, modelo MCFT2-3L, MCFT-3A e MCFT-FM) foram implantados nos peixes através de cirurgia realizada num acampamento às margens do rio Madeira cerca de 400 m a jusante do VTP (figura 5).



Figura 5. Vista da base de marcação de peixes a jusante do VTP e implante de radiotransmissor em pirarara.

Após a cirurgia os peixes foram mantidos em piscinas com água do rio Madeira e monitorados até recuperarem os batimentos operculares e movimentos natatórios.

Peixes foram individualmente anestesiados em uma solução de óleo de cravo (eugenol) diluída em água por um período de 2-15 minutos. Após o banho anestésico os peixes foram colocados em uma maca cirúrgica e as brânquias foram continuamente irrigadas com concentração de manutenção (em geral metade daquela aplicada para indução à anestesia) através de um tubo plástico inserido na boca. Uma incisão de 3-4 cm foi feita na região anterior a inserção da nadadeira pélvica e foi profunda o suficiente para atingir a cavidade celomática. Um cateter foi inserido pela incisão e direcionado cerca de 5 a 10 mm do centro da linha ventral para saída da antena. A marca foi então inserida pela incisão e a antena inserida através do cateter. A incisão foi suturada com fio cirúrgico absorvível (Vicryl J&J Ethicon, New Jersey).

#### 5. Análise dos dados:

Os dados armazenados nos receptores foram transferidos para computador portátil através dos programas SRX600 Host fornecidos pelo fabricante (Lotek Wireless Inc.).

Os critérios de filtragem para eliminação de códigos falso-positivos foram estabelecidos após análise de arquivos de *downloading*. Foram considerados registros válidos aqueles com potência superior a 40 e pelo menos dois registros em sequência em intervalo de tempo compatível com a taxa de envio de sinais dos transmissores.

Foram analisados dados de estações fixas para o período total de 137 dias, de 24/07/11 até 08/12/2011, correspondente a data da marcação do primeiro peixe e da desmobilização da última base fixa.

Os registros dos peixes em passagem pelo VTP foram relacionados com a vazão fornecida pela Santo Antônio Energia através de Correlação Linear de Pearson (Biostat). Não foi possível realizar análises de passagem x velocidade da água, uma vez que, embora dados de vazão total estivessem disponíveis, não havia controle preciso sobre a abertura de vãos para o período.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### 1. Marcação de peixes:

Entre os dias 03 e 16 de agosto foram marcados com radiotransmissores e soltos a jusante do vertedouro (cerca de 400 m) 20 peixes pertencentes a quatro espécies de bagres migradores (Tabela 1):

- Jaú (*Zungaro zungaro*): n= 09
- Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*): n= 02
- Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*): n=02
- Surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*): n= 07

Os peixes marcados foram capturados durante o resgate na enseadeira, no rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio e no igapó a jusante do VTP (01 surubim).



Tabela 1. Peixes marcados com radiotransmissores e soltos no rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio.

<b>Código</b>	<b>Canal</b>	<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Nome popular</b>	<b>CT (cm)</b>	<b>CP (cm)</b>	<b>PT (kg)</b>	<b>Soltura</b>
22	52	03/08/2011	Ensecadeira	Surubim	98	86	6	15:35
51	10	14/08/2011	Ensecadeira	Surubim	67,5	56,5	1,86	13:07
52	52	03/08/2011	Ensecadeira	Jaú	63	54	3,5	20:16
52	10	14/08/2011	Ensecadeira	Surubim	72,5	60,5	2,42	18:52
53	10	14/08/2011	Ensecadeira	Jaú	81,5	70,5	5,86	19:13
54	10	15/08/2011	Ensecadeira	Surubim	67	56,5	2,18	10:47
55	10	15/08/2011	Ensecadeira	Jaú	90,5	80	8,12	12:55
56	10	15/08/2011	Ensecadeira	Jaú	82	70	6,96	12:55
57	10	15/08/2011	Ensecadeira	Surubim	57	46,5	1,5	12:55
58	10	15/08/2011	Ensecadeira	Jaú	54	44	1,46	12:55
59	10	15/08/2011	Ensecadeira	Surubim	62,5	50,5	1,56	15:42
60	10	15/08/2011	Ensecadeira	Jaú	80,5	70,5	5,86	15:44
61	10	15/08/2011	Ensecadeira	Jaú	63	54,5	3,3	18:36
62	10	16/08/2011	Transposição	Piramutaba	55	52	1,1	11:55
76	52	11/08/2011	Resgate igapó	Surubim	54	45,5	1,2	17:33
96	52	05/08/2011	Transposição	Piramutaba	53	44	1,3	13:10
189	55	03/08/2011	Ensecadeira	Jaú	58	51	3	20:21
193	55	11/08/2011	Transposição	Pirarara	105	88,5	3,5	16:25
197	55	11/08/2011	Transposição	Pirarara	109	91,5	2,5	15:42
199	55	03/08/2011	Ensecadeira	Jaú	90	80	10	18:45

A média de comprimento padrão para todos os indivíduos marcados foi de 88,12 cm e de peso total 2.982 g. A tabela 2 apresenta as médias de comprimento e peso por espécie coletada e marcada no rio Madeira.

Tabela 2. Biometria das espécies de peixes marcadas com radiotransmissores.

<b>Espécie</b>	<b>N.</b>	<b>CT mín</b>	<b>CT máx</b>	<b>Média CP</b>	<b>PT mín</b>	<b>PT máx</b>	<b>Média PT</b>
Jaú	9	54	90,5	73,6	1.460	10.000	5.340
Surubim	7	54	98	68,35	1.200	2.420	2.388
Piramutaba	2	53	55	54	1.100	1.300	1.200
Pirarara	2	105	109	107	2.500	3.500	3.000

CT: comprimento total em cm e PT: peso total em gramas

## 2. Registros da passagem pelo VTP:

Foi considerada como amostra deste estudo um total de 140 peixes. Destes, 20 foram marcados nesta pesquisa e 120 (Anexo 2) foram marcados na fase de testes da radiotelemetria no rio Madeira, entre abril e junho de 2011.

### 2.1. Passagem pelo VTP:

Foi registrada a passagem para montante através do VTP de 05 peixes:

- Surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*): código 39
- Surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*): código 70
- Surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*): código 101
- Jaú (*Zungaro zungaro*): código 56
- Zebra (*Brachyplatystoma tigrinum*): código 74

Somente o jaú (código 56) foi marcado no âmbito desta avaliação (em 15/08/2011). Os demais foram marcados entre 19 e 31/05/2011, durante avaliação da eficiência da radiotelemetria para pesquisa de peixes no rio Madeira.

O surubim (código 39) se deslocou de montante para jusante duas vezes no período de 07 a 10/08. Este, juntamente com o surubim (código 101) o zebra (código 74) foram registrados pela última vez a montante do VTP e foram os que permaneceram por menor tempo na área de registro das antenas (cinco, quatro e 19 dias, respectivamente).

Já o surubim (código 70) e o jaú (código 56) foram registrados até o final do estudo a jusante do VTP, permanecendo na área de cobertura das antenas por 119 e 108 dias, respectivamente.

Na tabela 3 são apresentados os registros entre julho e dezembro de 2011 e os anexos 3 a 7 apresentam os diagramas dos movimentos destes peixes.

Tabela 3. Registros de peixes marcados em passagem pelo VTP da UHE Santo Antônio (pontilhado representa continuidade dos registros até o próximo horário apresentado. E2 e E3 = estações fixas).

<b>Código</b>	<b>Data</b>	<b>Hora Inicial</b>	<b>Hora Final</b>	<b>Base Registro</b>
<b>39</b>	31/05	18:06	-----	Soltura a montante da Cachoeira de Santo Antônio
	05/08	10:20	10:22	Monitoramento móvel -300 m jusante VTP
	05/08	16:02	16:08	Monitoramento móvel- 300 m jusante VTP
	07/08	05:30	06:05	E3- jusante
	07/08	06:10	06:24	E2- montante
	09/08	21:05	21:44	E3- jusante
	10/08	07:10	07:25	E2-montante
<b>70</b>	28/05	18:50	-----	Soltura a montante da Cachoeira de Santo Antônio
	24/07	14:58	-----	E3 - jusante
	25/07	-----	19:05	E3 - jusante
	01/08	11:43	-----	E3 - jusante
	05/08	-----	08:06	E3- jusante
	05/08	10:15	10:22	Monitoramento móvel- 300 m jusante VTP
	06/08	08:01	08:30	E2- montante
	06/08	09:44	-----	E3- jusante
	26/08	-----	14:53	E3- jusante
	18/09	12:06	12:06	E3- jusante
	19/09	11:29	13:52	E3- jusante
	26/10	17:03	17:05	Monitoramento móvel- 1.500 m jusante VTP
	20/11	08:40	08:45	Monitoramento móvel- 1.500 m jusante VTP
<b>56</b>	15/08	12:55	----	Soltura a jusante do VTP
	25/08	21:33	23:58	E3 - jusante
	26/08	00:00	15:11	E3- jusante
	28/08	03:54	-----	E2- montante
	05/09	-----	08:43	E2- montante
	13/09	00:05	-----	E3- jusante
	01/12	-----	16:53	E3 - jusante
<b>74</b>	19/05	10:05	-----	Soltura a montante da Cachoeira de Santo Antonio
	24/07	12:57	-----	E2- montante
	25/07	-----	15:29	E2- montante
	29/07	-----	-----	Monitoramento móvel a jusante VTP
	13/08	01:11	-----	E2- montante
	17/08	-----	06:35	E2- montante

<b>101</b>	28/05	18:32	-----	Soltura a montante da Cachoeira de Santo Antonio
	05/08	16:14	16:18	Monitoramento móvel a jusante VTP
	18/08	14:00	14:01	E3- jusante
	20/08	13:50	-----	E2- montante (Início)
	21/08	-----	10:22	E2- montante (Último registro)

O surubim (código 70) foi registrado por longos períodos junto à base 03, totalizando mais de 294 mil registros entre 24/07/2011 e 19/09/2011. A figura 6 apresenta os registros por antena da base 03 para este peixe somente para o dia 24/07.

Uma vez que a antena 1 estava apontada para jusante, a antena 2 para a frente da base fixa e a antena 3 em direção ao vertedouro, é possível perceber que para este dia os movimentos deste surubim foram restritos a porção jusante da base 03 (ver diagrama de estimativa de área de cobertura de antenas). Isto significa que para o dia 24/07 este peixe não se aproximou do VTP. O número de registros e também a potência mais elevada do sinal, indicam que entre as antenas 1 e 2 este peixe permaneceu mais tempo na área de cobertura da primeira antena (jusante).

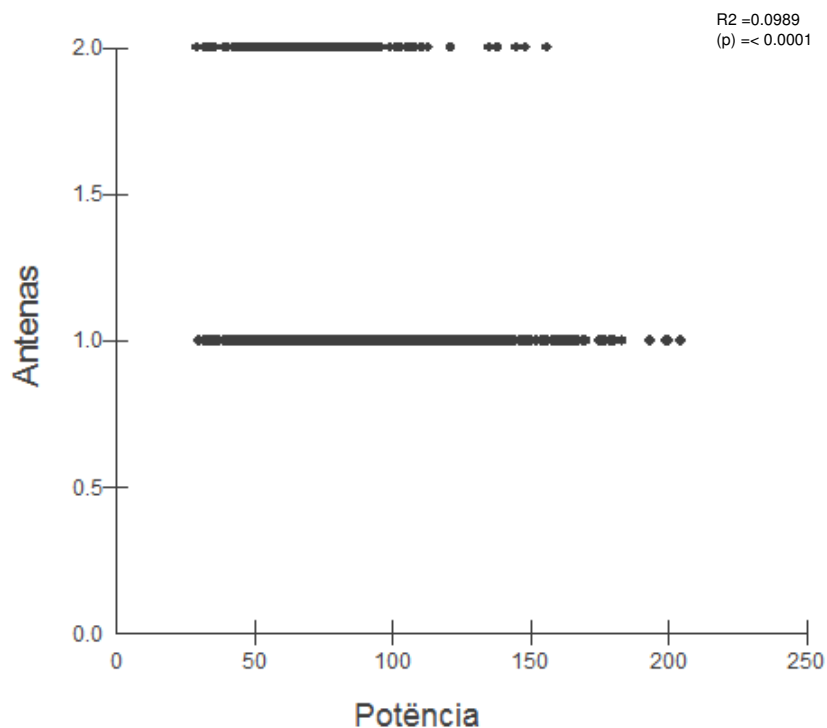


Figura 6. Correlação linear entre os registros do surubim (código 70) e antenas aéreas da base 03 no dia 24/07/2011.

O surubim (Código 70) foi registrado na área de cobertura das antenas 02 e 03 (frente da base fixa e montante) no dia 06/08/2011 (figura 7). A antena 1, apesar de estar localizada mais próxima ao VTP, não registrou a passagem deste peixe. A área estimada de cobertura desta antena era os vãos 11 – 15 que, de acordo com os registros de campo da equipe, estavam fechados neste dia.

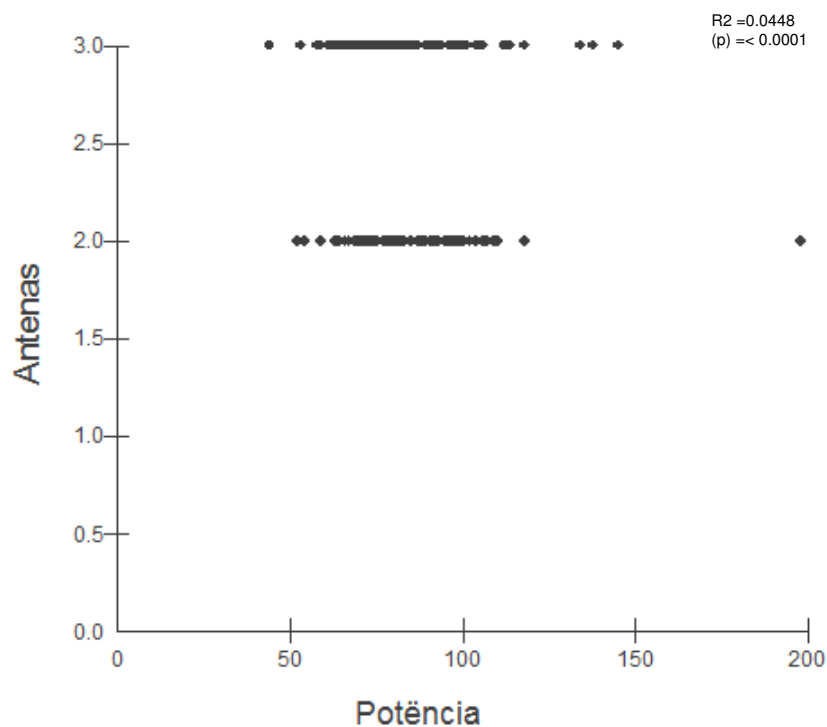


Figura 7. Correlação linear entre registros do surubim (código 70) e antenas aéreas da base 02 no dia 06/08/2011.

O jaú (código 56) solto em 15/08/2011 a jusante do VTP não foi registrado até 11 dias pós-soltura, quando entrou na área de cobertura da base 03 (jusante VTP) em 26/08/2011. No dia 28/08/2011 foi registrado a montante do VTP, onde permaneceu por oito dias. Posteriormente, retornou a jusante onde permaneceu sendo registrado pela base 03 até o final do estudo.

A figura 8 apresenta os registros deste peixe pelas antenas da base 02. A exemplo dos registros do surubim (código 70) este peixe não foi detectado pela antena 01. Apesar do número reduzido de registros (39) é possível identificar, com base no número de registros e na potência do sinal, a preferência deste peixe pela área de cobertura da antena 03.

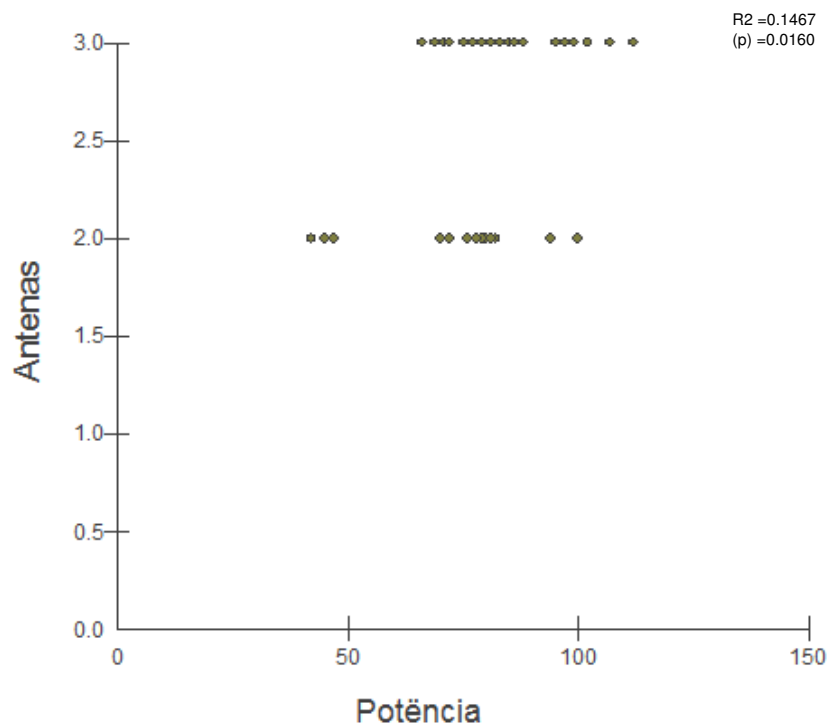


Figura 8. Correlação linear entre os registros do jaú (código 56) e antenas aéreas da base 02 entre 28/08 e 05/09/2011.

O número de registros deste jaú pela base de jusante do VTP foi superior a 68 mil no período de estudo. A Figura 9 apresenta a distribuição por antena dos registros entre 13 e 23/09/2011. É possível identificar que, para o período, este peixe apresentou preferência pela área de cobertura das antenas 02 e 03, diferentemente do surubim (código 70) em 24/07/2011.

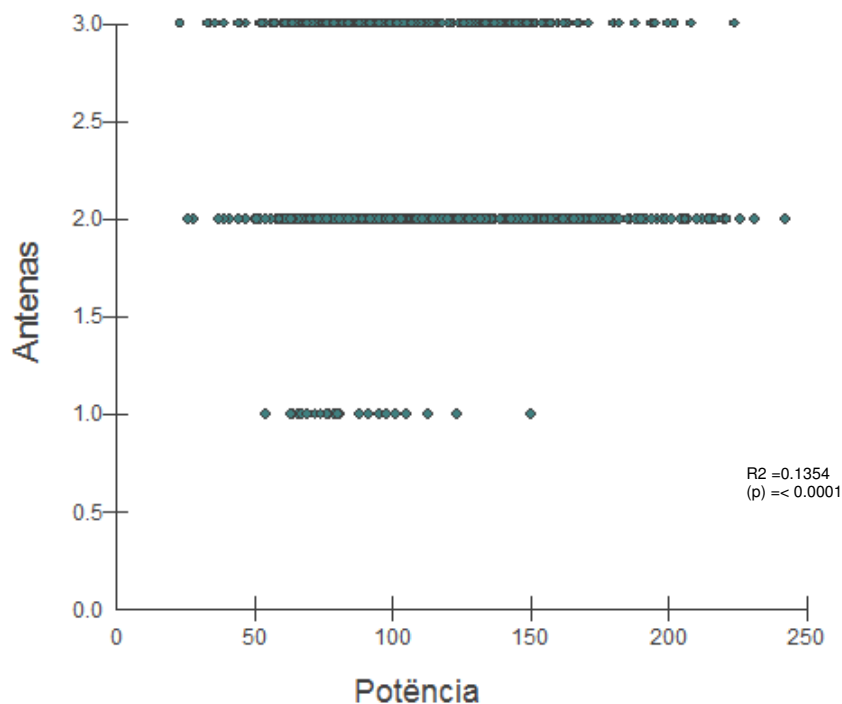


Figura 9. Correlação linear entre os registros do jaú (código 56) e antenas aéreas da base 03 entre 13 e 23/09/2011.

O surubim (código 39), solto em 31/05/2011 a montante da Cachoeira de Santo Antônio, foi o único peixe deste estudo que se deslocou por duas vezes entre as áreas de cobertura das bases 03 (jusante) e 02 (montante) nos dias 07/08 e 10/08.

Este peixe foi registrado mais vezes e com potências de sinal maiores pela antena 02 da base 02 (montante) comparativamente a antena 03 (figura 10) diferentemente do surubim (código 70) e similar ao comportamento do jaú (código 56) na área.

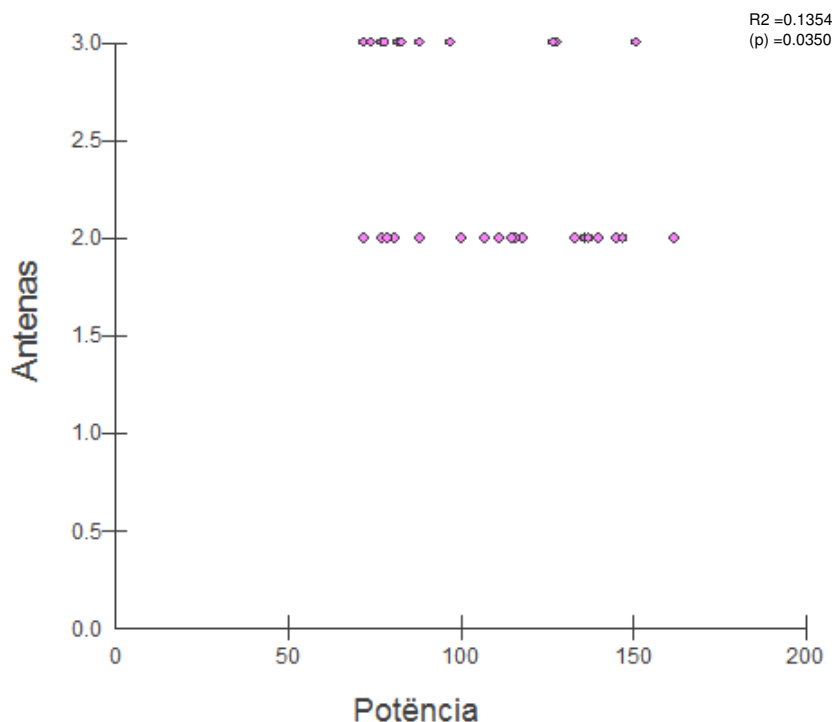


Figura 10. Correlação linear entre os registros do surubim (código 39) e antenas aéreas da base 02 nos dias 07 e 10/08/2011.

Os registros do surubim (código 39) pela base 03 (jusante VTP) indicam uma preferência pelas áreas de cobertura das antenas 01 e 02 comparativamente à antena 03 (figura 11). Estes registros sugerem que, quanto mais próximo do VTP (área de cobertura da antena 03) menor o tempo de permanência. A exemplo de outros peixes registrados neste estudo, tanto aqueles que foram registrados a montante do VTP quanto os demais (conforme item “movimentos a jusante do VTP”) este surubim foi registrado mais vezes na área de cobertura da antena 01 (jusante – ver área estimada de cobertura das antenas).



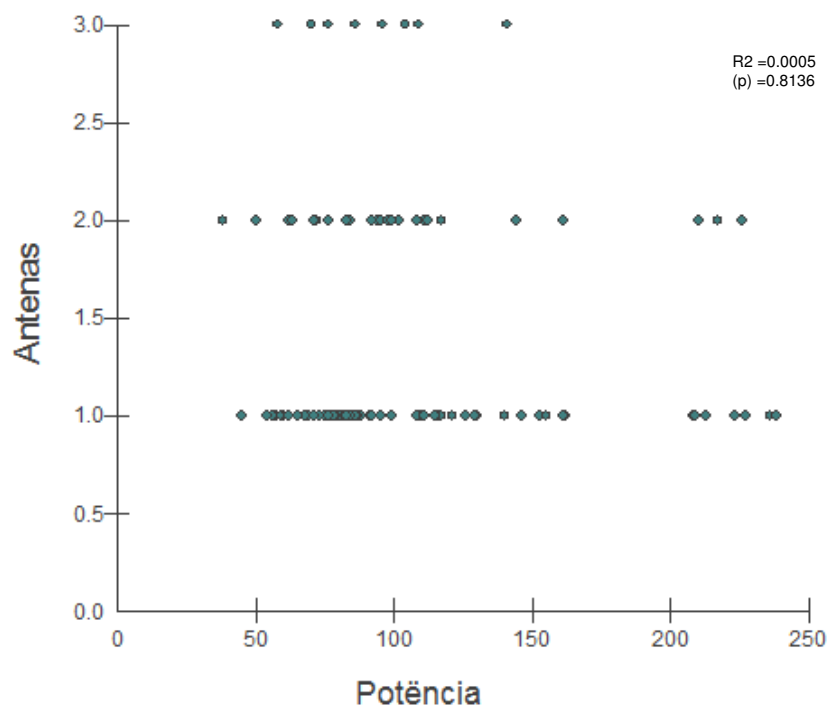


Figura 11. Correlação linear entre os registros do surubim (código 39) e antenas aéreas da base 03 nos dias 07, 09 e 10/08/2011.

O zebra (código 74), marcado e solto a montante da Cachoeira de Santo Antônio em 19/05/2011, não foi registrado pelas antenas da base 03 (jusante). No início deste estudo, entre 24 e 25/07/2011 este peixe foi registrado pela base 02 (montante) e posteriormente, em 29/07/2011 este peixe foi registrado por monitoramento móvel a jusante do VTP. Entre 13 e 17/08/2011 este peixe foi registrado pela base fixa 02 (montante VTP). Com base nestes registros, é possível supor que o zebra estava a montante do VTP quando do fechamento da usina de Santo Antônio e se deslocou para jusante entre 25 e 29/07/2011 não sendo registrado pela base 03.

A figura 12 apresenta os registros deste peixe pelas antenas aéreas da base 02 entre 13 e 17/08/2011. É possível identificar uma clara preferência deste peixe pela área de cobertura da antena 03, direcionada para o reservatório da UHE Santo Antônio, em comparação com a antena 02.

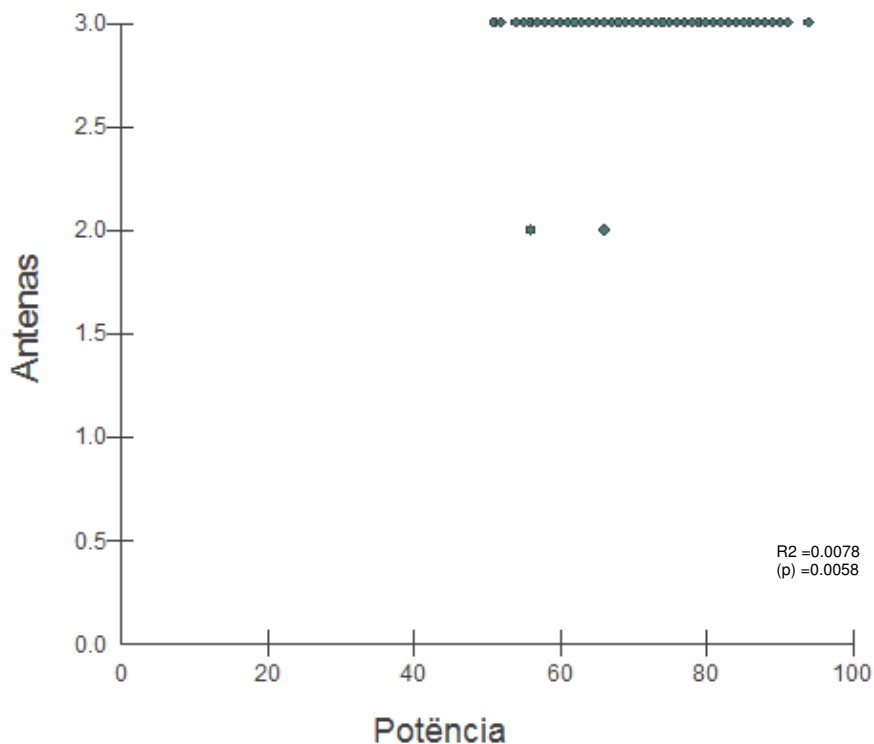


Figura 12. Correlação linear entre os registros do zebra (código 74) e antenas aéreas da base 02 entre 13 e 17/08/2011.

O surubim (código 101), solto a montante da Cachoeira de Santo Antônio em 28/05/2011 foi registrado em monitoramento móvel a jusante do VTP em 05/08/2011 (posterior ao fechamento da usina). No dia 18/08 foi detectado pela base 03 e dias 20 e 21/08 pelas antenas da base 02 (montante VTP). Em apenas quatro dias este peixe se aproximou do vertedouro, se deslocou para montante e deixou de ser registrado, indicando deslocamentos superiores para montante até fora da área de cobertura das bases fixas.

A figura 13 apresenta correlação linear entre os registros deste surubim e as antenas áreas da base 02. Uma vez que o número de registros na base 03 foi inferior a 10, não foram realizadas análises para este local.

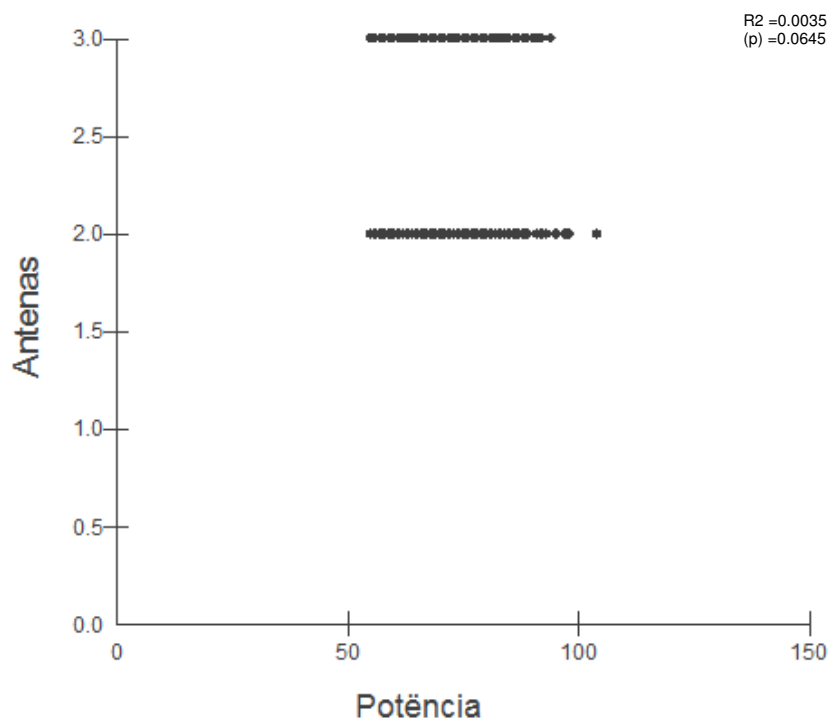


Figura 13. Correlação linear entre os registros do surubim (código 101) e antenas aéreas da base 02 entre 20 e 21/08/2011.

### 3. Registros da passagem pelo VTP x Vazões do rio Madeira:

Para os cinco peixes que passaram de jusante para montante pelo VTP foram realizadas análises destes movimentos com as vazões ( $\text{m}^3/\text{s} \times 1000$ ) do rio Madeira no período. A tabela 4 apresenta as vazões correspondentes aos períodos de passagem destes peixes pelo VTP.

Tabela 4. Passagem de peixes pelo VTP da UHE Santo Antônio e vazões correspondentes (dados em negrito correspondem a registros a montante do VTP).

Código	Data	Vazão ( $\text{m}^3/\text{s} \times 1000$ )	Vãos abertos
<b>39</b>	<b>07/08</b>	<b>8.607</b>	1-10
	09/08	8.490	1-10
	<b>10/08</b>	<b>8.317</b>	1-10
<b>70</b>	<b>06/08</b>	<b>8.260</b>	1-10
	06/08	8.260	1-10
<b>56</b>	<b>28/08</b>	<b>5.363</b>	sem dados
	01/12	9.457	sem dados
<b>74</b>	<b>13/08</b>	<b>7.513</b>	1-10
<b>101</b>	<b>20/08</b>	<b>5.760</b>	sem dados

Os cinco peixes registrados a montante do VTP realizaram movimentos para montante entre 07 e 28/08/2011 durante vazões entre 5.760 e 8.670 m<sup>3</sup>/s x 1000 (figura 14), distribuídos entre 10 vãos de vertedouros abertos no período (com exceção do código 56, cujos dados de abertura de vãos não estavam disponíveis para 28/08).

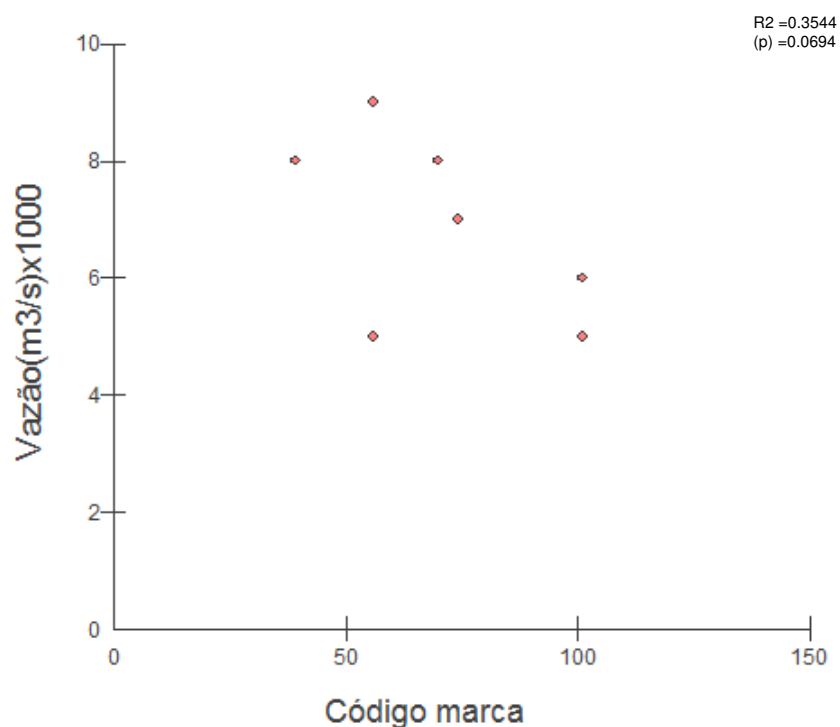


Figura 14. Correlação linear entre os registros de peixes em passagem para montante pelo VTP e vazões do rio Madeira entre 07e 28/08/2011.

Com base nos dados selecionados na tabela 4 foi realizada análise de correlação entre a vazão e os registros das bases fixas (figura 15). Em vazões superiores a 9.000 m<sup>3</sup>/s x 1000 só houveram registros dos peixes marcados pela base de jusante do VTP e em vazões inferiores a este valor ocorreram registros tanto a jusante quanto a montante do VTP.

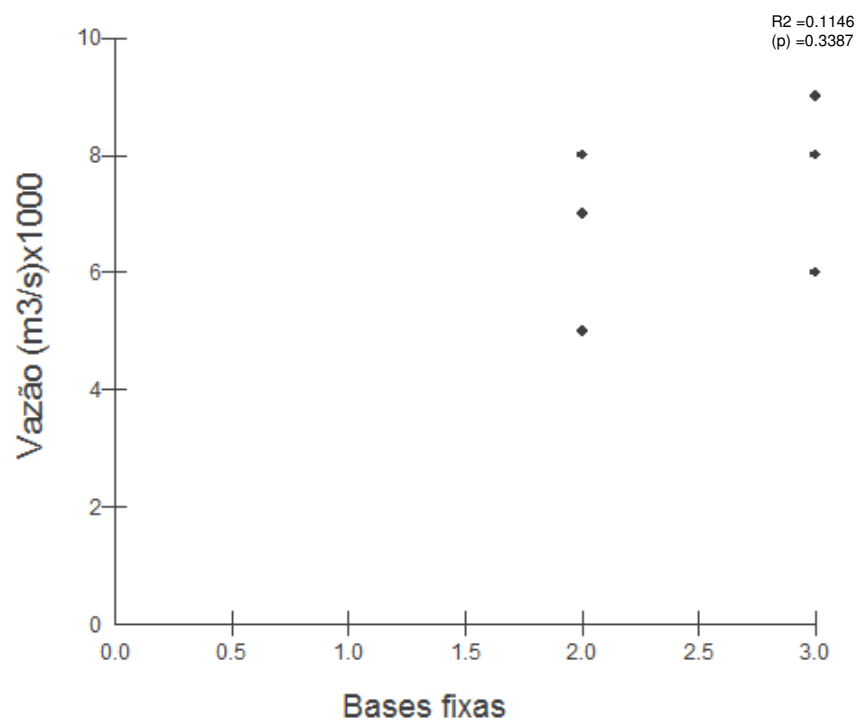


Figura 15. Correlação linear entre os registros de peixes pelas bases fixas 02 e 03 e vazões do rio Madeira.

Já a análise realizada para os registros do código 56 (figura 16) mostra que, apesar da passagem para montante deste jaú ter ocorrido a uma vazão de  $5.363 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000$ , este não voltou a realizar o mesmo movimento, mesmo quando vazões iguais ou inferiores foram registradas. Estes movimentos muito provavelmente estavam associados a comportamento de busca por presas, muito mais do que a condições de subida associadas à vazão.

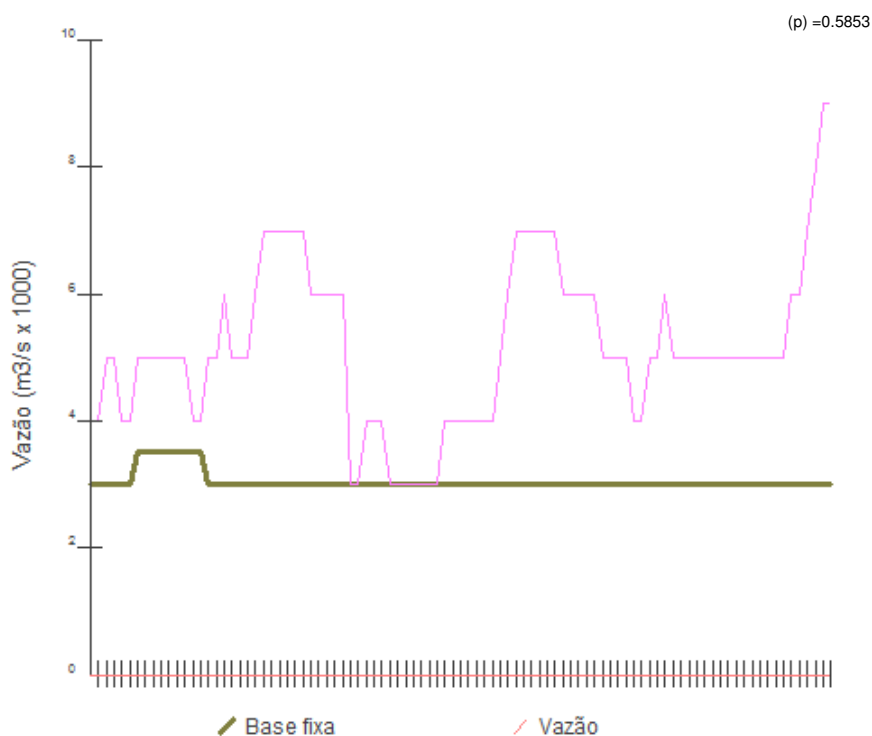


Figura 16. Vazão e movimentação do código 56 em relação às bases fixas de jusante e montante do VTP (nesta figura: base 3 – jusante e base 3,5 – montante).

De acordo com os registros de passagem para montante e as vazões do período é possível afirmar que os movimentos não parecem estar limitados pelas vazões, pelo menos até o limite de aproximadamente  $9.000 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000$ . Isto porque durante o período compreendido entre 01/08/2011 e 08/12/2011 vazões superiores a  $8.600 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000$  (máxima onde foi registrada passagem para montante) foram registradas somente em 07 dos 130 dias (figura 17).

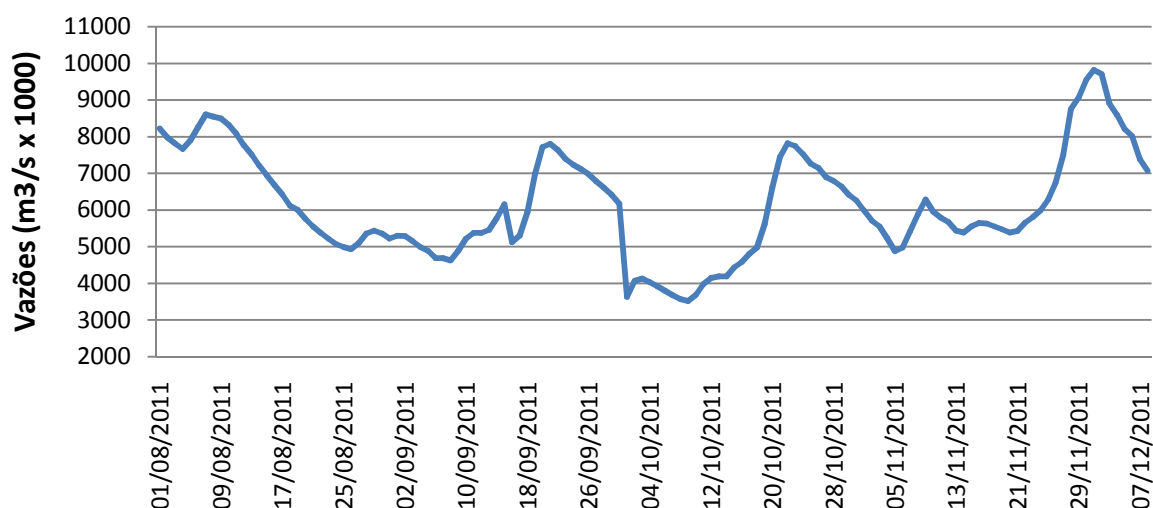


Figura 17. Vazões do rio Madeira junto a UHE Santo Antônio entre 01/08 e 08/12/2011.

#### 4. Movimentos de peixes a jusante da UHE Santo Antônio:

Nos monitoramentos móveis realizados de barco, a pé e carro a jusante da UHE Santo Antônio entre julho e novembro de 2011, foram registrados códigos de 26 peixes: dourada (n=1), jaú (n=3), peixe-lenha (n=1), pirarara (n=1) e surubim (n=20). No anexo 8 é apresentada a distribuição dos códigos destes peixes na área entre a UHE Santo Antônio e a ponte em construção do município de Porto Velho.

Dos peixes registrados, 18 realizaram movimentos de curtas distâncias (inferior a 2 km) na área de estudo durante o período. Entretanto, dois peixes, um surubim (código 70) e uma dourada (código 53) destacaram-se pelos movimentos realizados em setembro de 2011. O primeiro ocupou uma extensão de rio superior a 4 km entre os dias 16 e 19/09/2011 enquanto a dourada, num intervalo de apenas 01hs28min foi registrada em locais distantes cerca 5 km (figura 18).

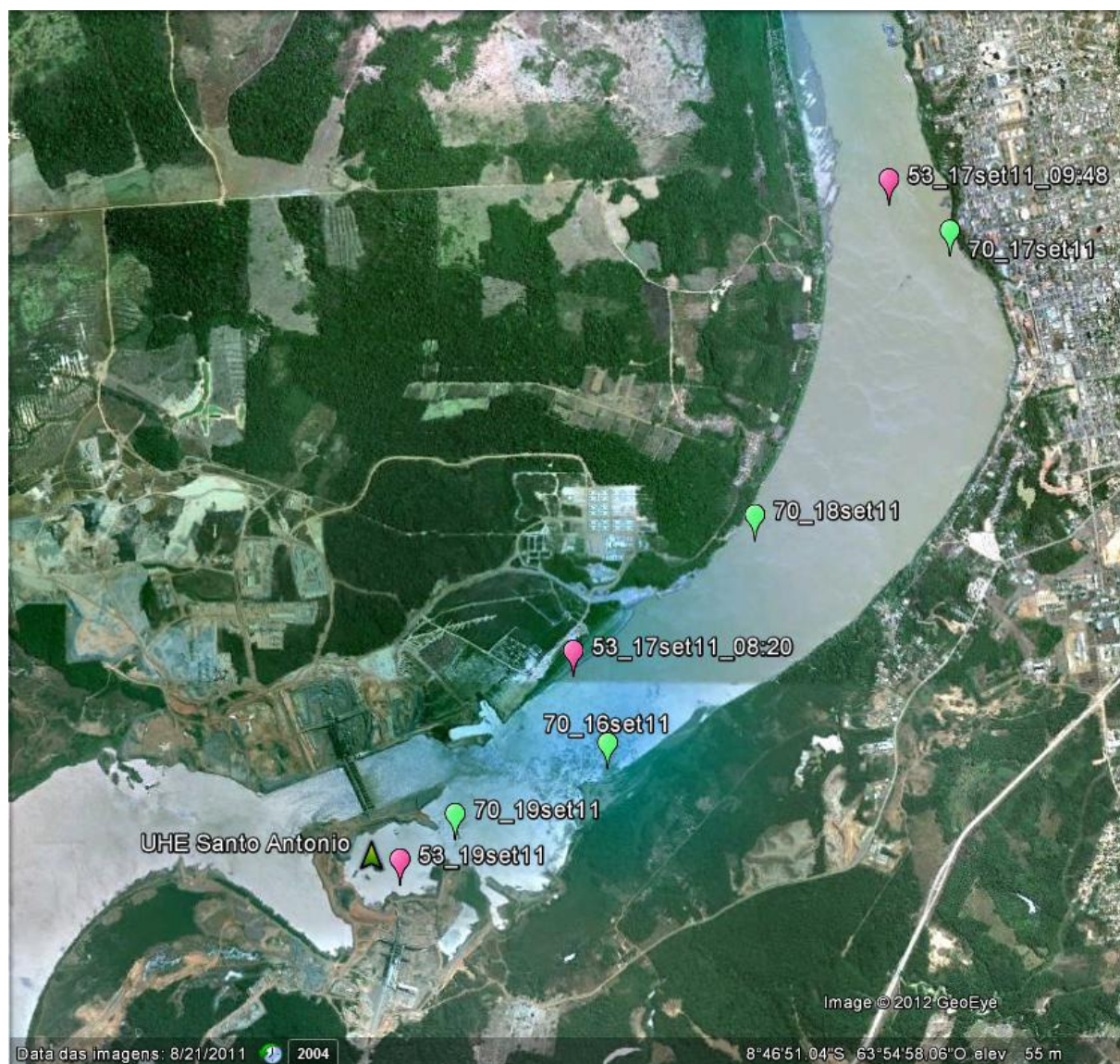


Figura 18. Registros do surubim (código 70) e dourada (código 53) a jusante da UHE Santo Antônio em setembro de 2011.

## CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi a primeira do gênero a ser desenvolvida em usinas hidrelétricas na região amazônica e gerou dados inéditos sobre a passagem de grandes bagres migradores do rio Madeira pelo vertedouro da UHE Santo Antônio e também a jusante.

Segue abaixo algumas conclusões deste estudo:

1. Apesar de apenas 05 dos 140 peixes considerados como amostra deste estudo (120 marcados para testes da radiotelemetria entre abril e maio de 2011 e 20 marcados



neste estudo), foi possível identificar que, pelo menos, três espécies (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *Zungaro zungaro* e *Brachyplatystoma tigrinum*) foram capazes de passar pelo VTP da UHE Santo Antônio;

2. A passagem dos peixes para montante pelo VTP ocorreu com vazões entre 5.760 e 8.607 m<sup>3</sup>/s x 1000. Entretanto, os dados indicam que esta passagem pode estar mais relacionada a comportamento de busca por presa, por exemplo, do que a limitações impostas pela vazão do rio Madeira;
3. Além da passagem pelo VTP foi possível identificar, com base na área de cobertura estimada das antenas, a presença dos peixes marcados nestes locais ao longo do período;
4. Os monitoramentos móveis registraram a presença de 26 peixes a jusante da UHE Santo Antônio entre julho e novembro de 2011. A maioria deles (18) realizou pequenos deslocamentos no período.

Esta pesquisa comprovou a possibilidade de se investigar movimentos de bagres migradores no rio Madeira e junto a estruturas de usinas hidrelétricas, respondendo a questões críticas ao manejo destes peixes em curto espaço de tempo. Estudo semelhante pode ser replicado na UHE Santo Antônio para identificar o comportamento destas espécies em outras etapas da operação e fornecer subsídios a regras operativas desta usina e também ao Sistema de Transposição de Peixes (STP) da Ilha do Presídio.

## **RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

Biól. Lisiane Hahn - CRBio 25110-03D

Sócia-gerente – Neotropical Consultoria Ambiental

Registro IBAMA: 470949

Registro CRBio: 00381-01-03



## ANEXO 1

**ANEXO 2.** Peixes marcados com radiotransmissores entre 23/04 e 31/05/2011.

Data	Código	Espécie	Nome comum	Hora soltura	Comprimento total (cm)	Comprimento padrão (cm)	Peso (kg)
23/04/2011	43	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	09:48	88,00	72,00	4550
23/04/2011	41	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:45	97,00	71,00	6280
23/04/2011	42	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	16:23	103,00	74,00	6760
23/04/2011	44	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	16:45	132,00	93,00	15900
24/04/2011	45	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	08:00	121,00	82,00	9480
25/04/2011	121	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	08:33	96,00	77,00	6460
25/04/2011	122	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	18:07	130,00	94,00	13460
26/04/2011	46	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:50	115,00	91,00	14400
27/04/2011	47	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	18:20	118,00	85,00	11520
28/04/2011	73	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	17:20	75,00	48,00	1460
28/04/2011	48	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	18:40	138,00	86,00	13060
29/04/2011	123	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	17:29	115,00	76,00	7150
30/04/2011	50	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:19	111,00	81,00	8940
19/05/2011	91	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	16:51	89,00	75,00	5280
19/05/2011	52	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	16:53	102,00	86,00	10480
19/05/2011	74	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	10:05	73,00	62,00	3020
20/05/2011	92	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	09:55	92,00	80,00	6080
20/05/2011	53	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	15:25	103,00	86,00	11080
21/05/2011	54	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	09:59	107,00	86,00	10080
21/05/2011	55	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	10:29	109,00	87,00	10680
22/05/2011	56	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:14	106,00	86,50	11860
23/05/2011	93	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	15:10	88,00	69,50	4840
24/05/2011	94	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	12:38	63,00	53,50	2240
25/05/2011	57	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	10:45	97,00	79,50	5660
25/05/2011	95	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	10:45	84,00	68,50	4640
26/05/2011	124	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	17:05	81,50	64,00	3200

26/05/2011	58	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	15:25	107,00	81,00	9510
26/05/2011	90	<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui	15:30			1840
27/05/2011	12	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	16:45	111,00	88,00	10780
28/05/2011	59	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	10:34	94,00	74,00	6840
28/05/2011	60	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	11:37	93,00	76,00	5380
28/05/2011	71	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	11:20	70,00	55,00	2240
28/05/2011	61	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	10:55	98,00	81,50	7400
28/05/2011	62	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:40	86,00	68,00	5120
28/05/2011	72	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	11:45	64,50	55,00	1840
28/05/2011	75	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	11:20	68,00	57,00	2420
28/05/2011	76	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	11:59	65,00	53,00	2100
28/05/2011	96	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	12:35	71,00	59,00	2320
28/05/2011	63	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:40	100,00	84,00	8560
28/05/2011	68	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	17:46	90,00	74,00	6460
28/05/2011	70	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	18:50	84,00	70,00	5360
28/05/2011	77	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:35	63,00	50,00	1920
28/05/2011	78	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	19:01	65,00	52,00	2420
28/05/2011	79	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	17:07	70,00	56,00	2640
28/05/2011	80	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	18:28	67,00	53,00	2440
28/05/2011	81	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	19:26	96,00	79,00	6960
28/05/2011	82	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	19:45	67,00	55,00	2620
28/05/2011	83	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	20:18	74,00	65,00	4020
28/05/2011	85	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	20:40	63,00	51,00	1900
28/05/2011	86	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	20:46	63,00	54,00	2240
28/05/2011	97	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:57	66,00	53,00	2080
28/05/2011	98	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	16:51	70,00	59,00	2760
28/05/2011	100	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	18:04	65,00	52,00	2140
28/05/2011	101	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	18:32	68,00	55,00	2520
28/05/2011	102	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	19:01	75,00	60,00	2940

28/05/2011	103	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	19:33	78,50	67,00	3580
28/05/2011	104	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	18:07	65,00	53,00	2540
28/05/2011	65	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	16:42	126,00	101,00	7280
28/05/2011	66	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	16:44	135,00	117,00	10540
28/05/2011	67	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:32	112,00	90,00	5660
28/05/2011	69	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:55	107,00	85,00	4680
28/05/2011	99	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:19	104,00	80,00	4600
28/05/2011	13	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	10:05	162,00	150,00	70000
28/05/2011	14	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	19:54	75,00	62,00	5020
28/05/2011	15	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	20:50	74,00	62,00	4500
28/05/2011	64	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	14:36	79,00	68,00	6240
28/05/2011	84	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	20:30	69,00	56,00	4120
28/05/2011	125	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	19:14	98,00	77,00	10320
29/05/2011	23	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Babão-zebra	16:57	71,00	57,00	3860
29/05/2011	22	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	16:29	85,00	70,00	4080
29/05/2011	38	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Babão	12:35	79,00	65,00	3860
29/05/2011	106	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	11:30	70,00	61,00	1900
29/05/2011	108	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	12:19	67,00	56,00	2020
29/05/2011	87	<i>Prochilodus nigricans</i>	Curimbata	11:25	40,00	35,00	1160
29/05/2011	16	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:33	70,00	58,00	2820
29/05/2011	17	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:24	68,00	57,00	2740
29/05/2011	18	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	12:09	84,00	68,00	4320
29/05/2011	21	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:02	87,00	72,00	4680
29/05/2011	88	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:26	59,00	48,00	1720
29/05/2011	89	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:36	58,00	50,00	1840
29/05/2011	107	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:47	69,00	62,00	2860
29/05/2011	109	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:26	69,00	55,00	2780
29/05/2011	127	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	12:27	99,00	81,00	7560
29/05/2011	20	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	12:56	118,00	97,00	6260

29/05/2011	19	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	16:08	77,00	68,00	6040
29/05/2011	24	<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	16:52	72,00	61,00	5160
30/05/2011	29	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	12:11	76,00	61,00	3900
30/05/2011	31	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	16:56	80,00	63,00	3680
30/05/2011	105	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	10:28	80,00	62,00	3620
30/05/2011	111	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	12:18	81,00	64,00	3780
30/05/2011	27	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	11:35	77,00	59,00	3320
30/05/2011	112	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	12:24	64,00	53,00	1880
30/05/2011	25	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	10:37	81,00	66,00	3820
30/05/2011	32	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	16:59	72,00	59,00	2920
30/05/2011	110	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:00	71,00	64,00	3000
30/05/2011	113	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	12:58	62,00	50,00	1820
30/05/2011	115	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	14:31	67,00	55,00	2060
30/05/2011	116	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	17:08	65,00	53,00	2280
30/05/2011	30	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Surubim	13:50	80,00	65,00	3450
30/05/2011	11	<i>Zungaro zungaro</i>	jaú	16:29	66,00	52,00	3420
30/05/2011	28	<i>Zungaro zungaro</i>	jaú	13:12	79,00	61,00	5480
30/05/2011	114	<i>Zungaro zungaro</i>	jaú	14:02	54,00	47,00	2300
31/05/2011	26	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	11:59	83,00	72,00	4800
31/05/2011	117	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	babão	11:34	80,00	63,00	3980
31/05/2011	49	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	14:11	117,00	88,00	11400
31/05/2011	33	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:21	93,00	77,00	7020
31/05/2011	34	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	10:58	91,00	74,00	5680
31/05/2011	35	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	12:22	84,00	70,00	4640
31/05/2011	36	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:10	70,00	56,00	2160
31/05/2011	39	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	18:06	78,00	65,00	3780
31/05/2011	40	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	18:06	79,00	65,00	3980
31/05/2011	51	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	18:27	75,00	61,00	2800
31/05/2011	118	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	11:56	64,00	52,00	2240

31/05/2011	119	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	15:40	66,00	53,00	1980
31/05/2011	120	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	17:43	65,00	54,00	2120
31/05/2011	126	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	surubim	13:28	82,00	69,00	4340
31/05/2011	128	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Surubim	13:21	87,00	70,00	4740
31/05/2011	37	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:20	115,00	95,00	5820
31/05/2011	129	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:25	122,00	101,00	8220
31/05/2011	130	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	17:36	120,00	101,00	7900







## **ANEXO 3**



## ANEXO 4



## ANEXO 5



## ANEXO 6



## **ANEXO 7**



## ANEXO 8

