



---

**Relatório Final:**

**Período de Outubro de 2012 a Setembro de 2014**

*“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição”*

**TOLEDO – PARANÁ**

**Janeiro de 2015**



**CESP**

Companhia Energética de São Paulo

**Mituo Hirota**

Diretoria de Geração Oeste

**Milton Roberto Estrela**

Departamento de Meio Ambiente

**Cláudio Luiz Peretti**

Divisão de Gerenciamento Ambiental de  
Ecossistemas

**René Alberto Fuster Belmont**

Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura de  
Jupia

**UNIOESTE – *Campus* de Toledo**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

**Paulo Sérgio Wolff**

Reitor

**José Dilson Silva de Oliveira**

Diretor Geral

**Fernando Palú**

Diretor do Centro de Engenharias e Ciências  
Exatas

**Douglas Jardelino de Camargo**

Diretor Presidente do Instituto Água Viva

**Maristela Cavicchioli Makrakis**

Coordenadora do Projeto

## SUMÁRIO

1. EQUIPE EXECUTORA.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	7
3. OBJETIVO GERAL.....	9
3.1 Objetivos Específicos .....	9
4. ÁREA DE ESTUDO .....	10
4.1 Tributários do reservatório de Porto Primavera .....	10
4.2 Elevador para peixes.....	11
4.3 Escada para peixes .....	11
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
5.1 Coletas de ictioplâncton na escada para peixes .....	13
5.2 Coletas de ictioplâncton nos tributários.....	13
5.2.1 Conservação do material coletado .....	14
5.3 Estudos de recrutamento .....	15
5.4 Monitoramento das estruturas de transposição .....	18
5.4.1 Monitoramento do elevador para peixes .....	18
5.4.2 Monitoramento da escada para peixes.....	21
5.4.2.1 Sistema de monitoramento RFID.....	21
5.4.2.2 Locais de soltura .....	23
5.4.2.3 Marcações de peixes .....	25
5.4.2.4 Variáveis abióticas .....	28
5.4.2.5 Análise e Interpretação dos dados .....	28
5.5 Monitoramento genético da transposição .....	29
6. RESULTADOS .....	30
6.1 Passagem descendente de ovos e larvas na escada para peixes.....	30
6.2 Áreas de desova e recrutamento em tributários do reservatório de Porto Primavera.....	32
6.2.1 Distribuição espacial .....	32
6.2.2 Distribuição temporal .....	33
6.2.3 Variáveis abióticas .....	36
6.2.4 Composição taxonômica .....	38
6.3 Recrutamento .....	52
6.3.1 Atividade Reprodutiva .....	62
6.4 Monitoramento das estruturas de transposição .....	65
6.4.1 Monitoramento do elevador para peixes .....	65
6.4.1.1 Primeiro período reprodutivo (2012/2013).....	65
6.4.1.2 Segundo período reprodutivo (2013/2014) .....	69
6.4.2 Monitoramento da escada para peixes.....	72
6.4.2.1 Movimentação ascendente .....	74
6.4.2.1.1 Movimentação ascendente de <i>Prochilodus lineatus</i> .....	75
6.4.2.1.2 Movimentação ascendente de <i>Leporinus obtusidens</i> .....	80
6.4.2.1.3 Movimentação ascendente de <i>Rhinelepis aspera</i> .....	83
6.4.2.1.4 Movimentação ascendente de <i>Brycon orbignyanus</i> , <i>Leporinus friderici</i> , <i>Leporinus piavussu</i> e <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> e <i>Salminus brasiliensis</i> .....	84

6.4.2.1.5	Movimentação ascendente de <i>Pterodoras granulosus</i> ....	85
6.4.2.2	Movimentação descendente .....	87
6.4.2.2.1	Movimentação descendente de <i>Prochilodus lineatus</i> ....	87
6.4.2.2.2	Movimentação descendente de <i>Leporinus obtusidens</i> ....	91
6.4.3	Variáveis abióticas .....	94
6.5	Monitoramento genético da transposição .....	98
7.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	104
7.1	Ictioplâncton e recrutamento .....	104
7.2	Elevador para peixes.....	106
7.3	Escada para peixes .....	107
8.	BIBLIOGRAFIA.....	111
ANEXO	.....	114

## 1. EQUIPE EXECUTORA

O Monitoramento do Ictioplâncton na Escada para Peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em Tributários do Reservatório de Porto Primavera e Monitoramento da Transposição foi realizado pelo GETECH – Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, em parceria com a Companhia Energética de São Paulo-CESP, referente ao Contrato de Prestação de Serviços nº ASC/GAE/7062/01/2012 entre o Instituto Água Viva (Contratada) e a CESP (Contratante), como segue:

### Coordenações:

**Maristela Cavicchioli Makrakis, Pós-Dra.**

Bióloga - Coordenadora Geral – Área: Ictioplâncton e Migração

**Sergio Makrakis, Pós-Dr.**

Engenheiro de Pesca – Área: Sistemas de Transposição para Peixes e Migração

**Elaine A. L. Kashiwaqui, Pós-Dra.**

Bióloga – Área: Ictiofauna

### Instituto Água Viva:

**Douglas Jardelino de Camargo**

Engenheiro de Pesca – Diretor Presidente

### Equipe de Campo e Laboratório:

**Patricia Sarai da Silva**

Técnica Laboratorial

**Leandro Fernandes Celestino**

Técnico Laboratorial

**Tiago Vitor Chlusewicz**

Técnico Laboratorial

**Lucileine de Assumpção**

Técnica Laboratorial

**Dhonatan Oliveira dos Santos**

Técnico Laboratorial

**Fabio Luiz Paetzhodt**

Auxiliar Técnico

**Alunos da Pós-graduação**

Regis Nunes Piana

Alcione Refatti

**Estagiários bolsistas**

Karen Teixeira de Godoy

Glauber Cenci

Silmara Ribeiro

Luciana Valéria Nettson

**Companhia Energética de São Paulo - CESP:**

**René Alberto Fuster Belmont**

Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Jupiá

**João Henrique Pinheiro Dias**

Especialista em Meio Ambiente

**Hugo Marques**

Técnico em Meio Ambiente

**Sérgio Bovolenta**

Técnico em Meio Ambiente

**Valmir Evangelista**

Técnico em Meio Ambiente

## 2. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Paraná é o sistema de rios mais regulado na América do Sul, incluindo aproximadamente 130 barragens (Agostinho *et al.*, 2003). Os grandes represamentos ao longo do rio Paraná, particularmente na seção superior desse rio, têm ocasionado severos impactos hidrológicos e ecológicos na bacia. Essas modificações no rio têm restringido os movimentos de espécies migradoras, especialmente aquelas de longa distância. A série de barragens representa um impedimento aos movimentos ascendentes e descendentes dos peixes, e tem sido a causa da ausência de grandes peixes migradores (Agostinho *et al.*, 1999).

A conectividade entre habitats sobre uma escala temporal e espacial é crítico para a integridade dos ecossistemas aquáticos, comunidades de peixes e outras biotas. Entretanto, as barragens e reservatórios associados têm reduzido a conectividade longitudinal e lateral do rio e suas planícies de inundação (Lucas & Baras, 2001), e peixes migradores podem ter suas populações fragmentadas, mudar suas rotas ou acumular às barragens, a não ser que passagens adequadas para peixes sejam fornecidas.

O principal impacto das barragens a peixes migradores é a separação das áreas de desova das áreas de alimentação de adultos e das áreas berçários; a intensidade do impacto depende da localização da barragem em relação aos tipos de habitats requeridos pelas espécies migradoras. Peixes migradores do rio Paraná usualmente desovam em trechos superiores de grandes tributários. As áreas berçários para juvenis são lagoas em trechos inferiores dos tributários do rio Paraná e ao longo de suas margens e ilhas (Agostinho *et al.*, 2003; Nakatani *et al.*, 2004). Como ovos e larvas derivam, sua sobrevivência na bacia do rio Paraná depende da disponibilidade de habitats de planície de inundação e da conectividade longitudinal e lateral para esses ambientes.

Sistemas de transposição para peixes, especialmente escadas, foram construídos em várias barragens ao longo da bacia do rio Paraná, para minimizar os impactos do bloqueio das barragens aos peixes migradores. As escadas para peixes podem reestabelecer a conectividade longitudinal, constituindo uma ferramenta para a conservação das espécies de peixes migradores de longa distância, se assim for comprovado. Estudos sobre a sua eficiência são recentes e realizados para alguns sistemas (Makrakis *et al.*, 2007; Agostinho

*et al.*, 2007; Makrakis *et al.*, 2011). Além disso, o comportamento migratório das espécies e suas rotas no rio Paraná são também ainda não completamente conhecidos, em face à elevada diversidade de espécies migradoras de longa distância e a alteração de habitats pela construção de barragens ao longo das últimas décadas.

O conhecimento sobre o comportamento migratório e os deslocamentos das espécies não é somente de particular importância para fins ecológicos (Ravier & Fromentin, 2004), mas também para resolver questões de manejo. Assim, é imprescindível o avanço no conhecimento sobre os peixes migradores no rio Paraná, para identificar padrões individuais e de várias espécies, que permitem facilitar a sua proteção, o manejo de rios, e possivelmente a mitigação dos obstáculos à migração. As avaliações da eficiência e efetividade dos sistemas de transposição para peixes, bem como, o conhecimento sobre se as espécies que ascendem esses sistemas conseguem efetivar a reprodução em trechos acima, poderão contribuir para a manutenção e conservação da biodiversidade de espécies de peixes na bacia do rio Paraná.

A UHE Engenheiro Sergio Motta é uma usina de grande porte, pertencente à Companhia Energética de São Paulo-CESP, com uma potência instalada de 1800 MW. Está localizada no alto rio Paraná, entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, município de Rosana, distrito de Porto Primavera (Figura 1). O fechamento do rio Paraná, com 13 km de comprimento, está composto por uma barragem de terra de 12 km e pelo vertedouro e a casa de força em concreto. O desnível médio entre montante e jusante de 22 m constitui um obstáculo intransponível para a ictiofauna. A UHE Engenheiro Sergio Motta é uma usina de grande porte, pertencente à Companhia Energética de São Paulo-CESP, com uma potência instalada de 1800 MW. Está localizada no alto rio Paraná, entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, município de Rosana, distrito de Porto Primavera (Figura 1). O fechamento do rio Paraná, com 13 km de comprimento, está composto por uma barragem de terra de 12 km e pelo vertedouro e a casa de força em concreto. O desnível médio entre montante e jusante de 22 m constitui um obstáculo intransponível para a ictiofauna.

Neste relatório são reportadas as informações obtidas quanto ao **Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição**, durante o período de Outubro de 2012 a Setembro de 2014.



## 3. OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo realizar o monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e o monitoramento da transposição na referida escada para peixes.

### 3.1 Objetivos Específicos

- a) Avaliar a passagem descendente de ovos e larvas na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP;
- b) Avaliar áreas de desova e recrutamento em tributários do reservatório de Porto Primavera-CESP;
- c) Avaliar a eficiência e a efetividade da escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP;
- d) Contribuir para o conhecimento do comportamento migratório das espécies de peixes;
- e) Contribuir para a manutenção e conservação das espécies de peixes na bacia do rio Paraná;
- f) Divulgar os resultados da pesquisa em eventos técnico-científicos e publicação de artigos científicos;
- g) Formar e treinar recursos humanos nas áreas de ecologia do ictioplâncton e manejo e conservação de recursos pesqueiros de águas interiores;
- h) Fornecer as informações resultantes da pesquisa para órgãos ambientais a fim de subsidiar nos planos de manejo e conservação das espécies de peixes desta bacia.

## 4. ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Tributários do reservatório de Porto Primavera

A área de estudo compreende alguns tributários do reservatório de Porto Primavera-rio Paraná, abrangendo os rios: Aguapeí, Verde e Pardo (Figura 1a), bem como a Escada para Peixes na UHE Engenheiro Sergio Motta (Porto Primavera)-CESP.

Os rios Aguapeí, Verde e Pardo apresentam características diferentes, como largura, profundidade, tipo de substrato e preservação de matas ciliares. O rio Aguapeí, encontra-se na margem esquerda do rio Paraná, correndo do sudeste para o noroeste, com 305 km de curso (Paiva, 1982). Localizado no Estado de São Paulo, caracteriza-se por apresentar um padrão meândrico em todo o seu curso, ser estreito, com largura aproximada entre uma margem e outra de 30 metros. Suas margens são compostas por vegetação arbustiva e arbórea, bem como, por macrófitas aquáticas e várias lagoas marginais.

O rio Verde está localizado na margem direita do rio Paraná, cobrindo uma área de 23,260 km<sup>2</sup>, parte integrante do Estado de Mato Grosso do Sul (Paiva, 1982). Segundo o autor, seu curso principal apresenta uma extensão de 368 km, com suas cabeceiras nas encostas ocidentais da Serra das Araras, situada na borda meridional do Planalto Central Brasileiro; ocorre na direção geral de noroeste para sudeste, entre as altitudes de 547 e 245m, com um desnível total de 302m. Muitas lagoas marginais se formam neste rio durante a época das cheias.

Localizado na margem direita do rio Paraná, o rio Pardo abrange uma área de 35.050 km<sup>2</sup> toda ela pertencente ao Estado de Mato Grosso do Sul. Seu curso principal apresenta uma extensão de 457 km, desde a confluência dos seus formadores – Córrego Água Vermelha e Rio Capim Branco – até alcançar o rio Paraná, com direção geral de noroeste para sudeste, entre as altitudes externas de 530m e 247m, com desnível total de 283m (Paiva, 1982).

## 4.2 Elevador para peixes

O elevador para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta (Porto Primavera) passou a operar em 1999. Para atração dos peixes reofílicos a serem transpostos, o elevador conta com quatro bombas elétricas centrífugas, que geram um fluxo laminar dentro do canal. Após serem atraídos, os peixes são adensados e içados por uma caçamba até uma altura de 29 metros, onde são liberados dentro de um tanque-balança que realiza a pesagem dos peixes a serem transpostos. Neste andar há um laboratório que permite realizar a identificação dos exemplares. Posteriormente, os peixes são transferidos por gravidade pelo interior de um duto até o reservatório (Makrakis & Makrakis, 2012).

## 4.3 Escada para peixes

Com uma extensão total desenvolvida de 520 m para vencer um desnível de 20m, a escada para peixes (Figura 1b) se inicia na cota 255,50 m (tomada d'água do dispositivo) e termina na cota 235,50 m, desaguando no lado esquerdo do canal de fuga da Casa de Força, onde mergulha com um ângulo horizontal de 45° em relação ao fluxo. É constituída de uma calha inclinada de seção retangular, com 5,0 m de largura e 2,0 m de altura, que lhe possui capacidade de vazão média entre 3,0 e 3,5 m<sup>3</sup>/s. Os degraus tanques da escada são formados por 50 paredes transversais, com espaçamento entre si de 8,0 m.

Cada parede possui 6 janelas, sendo 3 inferiores e 3 superiores. Além das janelas, em cada uma dessas paredes, estão instaladas 4 portas metálicas corrediças, 2 superiores e 2 inferiores, que permitem alterar as configurações de fluxo da água, e criar as condições ideais de atratividade e locomoção para os peixes transporem a barragem.

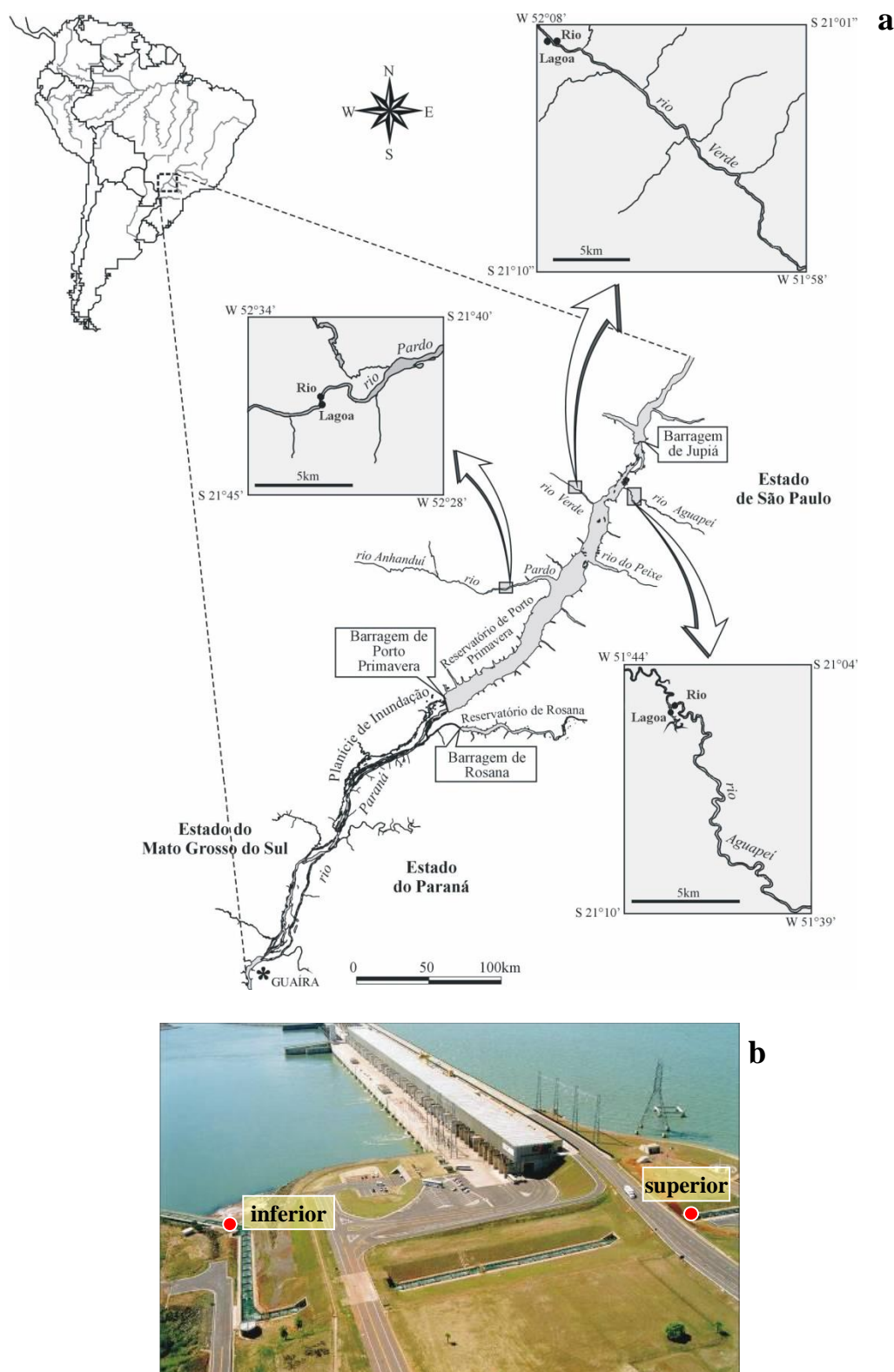


Figura 1 - Área de estudo: localização das estações de amostragens nos tributários do reservatório de Porto Primavera (a) e de ictioplâncton na escada para peixes (b) da UHE Engenheiro Sergio Motta-CESP.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Coletas de ictioplâncton na escada para peixes

Para avaliar a presença de ictioplâncton na escada de peixes foram realizadas amostragens mensais de outubro a março, no tanque próximo à tomada de água (tanque 49) e ao final da escada (Figura 1b). As amostras foram coletadas após o anoitecer (aproximadamente a partir das 19 horas), utilizando uma rede de plâncton cônico-cilíndrica de 0,5 mm de malha do tipo estacionária, com medidor de fluxo para a obtenção do volume de água filtrada, permanecendo exposta durante 10 minutos. Durante as coletas foram obtidas amostras de água para mensuração das variáveis abióticas como temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (mg/l), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e turbidez (NTU). A turbidez foi medida utilizando o turbidímetro da marca Policontrol AP 2000 e as demais variáveis com o multiparâmetro YSI (Professional Plus).

### 5.2 Coletas de ictioplâncton nos tributários

Para avaliar a ocorrência de desovas em tributários do reservatório de Porto Primavera (Figuras 2a e d), foram realizadas coletas mensais de outubro a março, nos rios Aguapeí, Verde e Pardo (Figuras 4a, 4c, e 4e), em dois locais cada: trecho acima e abaixo da lagoa. Arrastos horizontais durante 10 minutos foram realizados com rede de plâncton como descrito acima, após o anoitecer. Durante as coletas também foram obtidas amostras de água para mensuração das variáveis abióticas (temperatura da água, pH, condutividade elétrica da água, oxigênio dissolvido e turbidez).

Para avaliar possíveis influências de alguns fatores ambientais na abundância e distribuição do ictioplâncton capturado nos tributários foi utilizada a análise de Regressão Linear Múltipla, efetuada no software *Statistica* versão 7.0.

### 5.2.1 Conservação e identificação do material coletado

Todas as amostras foram fixadas em formalina a 4% tamponada e acondicionadas em frascos plásticos, sendo identificados quanto ao local e data da coleta. No laboratório, as larvas e juvenis foram separados do restante do plâncton sob microscópio estereoscópico, sob placa de acrílico do tipo Bogorov. A identificação, que consiste na separação dos espécimes nos níveis genérico e específico, foi realizada mediante análises morfométrica e merística de acordo com Nakatani *et al.* (2001).

As densidades de ovos, larvas e juvenis/adultos foram padronizadas para um volume de  $10\text{m}^3$ , de água filtrada de acordo com Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001), utilizando-se as seguintes expressões:

$$Y=(X/V).10$$

**Onde:**

**Y** = Densidade de ovos ou larvas/ $10\text{m}^3$ ;

**X** = Número de ovos ou larvas capturadas;

**V** = Volume de água filtrada ( $\text{m}^3$ ).

Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a expressão:

$$V= a.n.c$$

**Onde:**

**V** = Volume de água filtrada ( $\text{m}^3$ );

**a** = Área da boca da rede ( $\text{m}^2$ );

**n** = Número de rotações do fluxômetro;

**c** = Fator de calibração do fluxômetro.

### 5.3 Estudos de recrutamento

Para a avaliação do recrutamento de peixes nos tributários do reservatório de Porto Primavera, foram realizadas amostragens em lagoas marginais (Quadro 1) e nos respectivos tributários, com metodologias específicas para a captura de juvenis, complementarmente às coletas de ictioplâncton, nos períodos reprodutivos e pós-reprodutivos de cada ano. As coletas de juvenis foram executadas utilizando redes de espera, com malhas variando entre 25 e 60 milímetros entrenós e espinhel (contendo vinte anzóis iscados com isca viva - morenita), ambos com instalação antes do anoitecer e com revista e retirada após um intervalo de 5 horas (Figura 2b e c). Também foram realizadas amostragens com peneirão, na região litorânea nas lagoas marginais, com dimensões de 1,20m por 0,80m (Figura 2d). Para esta amostragem foram aplicados seis lances junto a vegetação marginal como proposto por Nakatani *et al.* (2001) em cada lagoa.



**Figura 2** – Amostragens realizadas nos tributários da UHE Engenheiro Sergio Motta (Porto Primavera): a) coleta com rede de ictioplâncton, b) rede de espera, c) espinhel e d) peneirão.

A estimativa das densidades das amostras coletadas na região litorânea (com peneirão) foi realizada da seguinte maneira:

$$Z=X/(A.L)$$

**Onde:**

**Z**= Número de indivíduos/m<sup>2</sup>;

**X**= Número de indivíduos coletados;

**A**= Área do peneirão (m<sup>2</sup>);

**L**= número de lances realizados.

Os peixes coletados foram identificados de acordo com Graça & Pavanelli (2007) e Britski *et al.* (2007) e medidos (comprimentos total e padrão). Aqueles amostrados com redes de espera e espinhel foram também pesados, eviscerados, determinados o sexo e analisados quanto à maturação gonadal (Figura 3b, 3c e 3d). Para a determinação do sexo e estágio de maturação gonadal, foi feita a análise macroscópica das gônadas, considerando parâmetros como cor, volume, irrigação sanguínea, turgidez e visualização de ovócitos a olho nu, conforme Vazzoler (1996), que classifica em: imaturo (IMT), início de maturação (INI), maturação (MAT), maduro (MAD), semi-esgotado (SES), esgotado (ESG), recuperação (REC) e repouso (REP).



**Figura 3** – Análise do ictioplâncton (a), biometria dos peixes (b) e determinação do sexo e estágio de maturação gonadal (c) dos peixes amostrados nos tributários do Reservatório de Porto Primavera.



As espécies foram classificadas de acordo com as estratégias reprodutivas segundo Suzuki *et al.* (2005) e Agostinho *et al.* (2007) a saber: MIG = migradoras de longas distâncias; NSC = Não migrador sem cuidado parental; NCC = Não migrador com cuidado parental; NFIE = Não migrador com fecundação interna e desenvolvimento externo. As espécies sem informação disponível na literatura foram classificadas como não conhecida = NC.

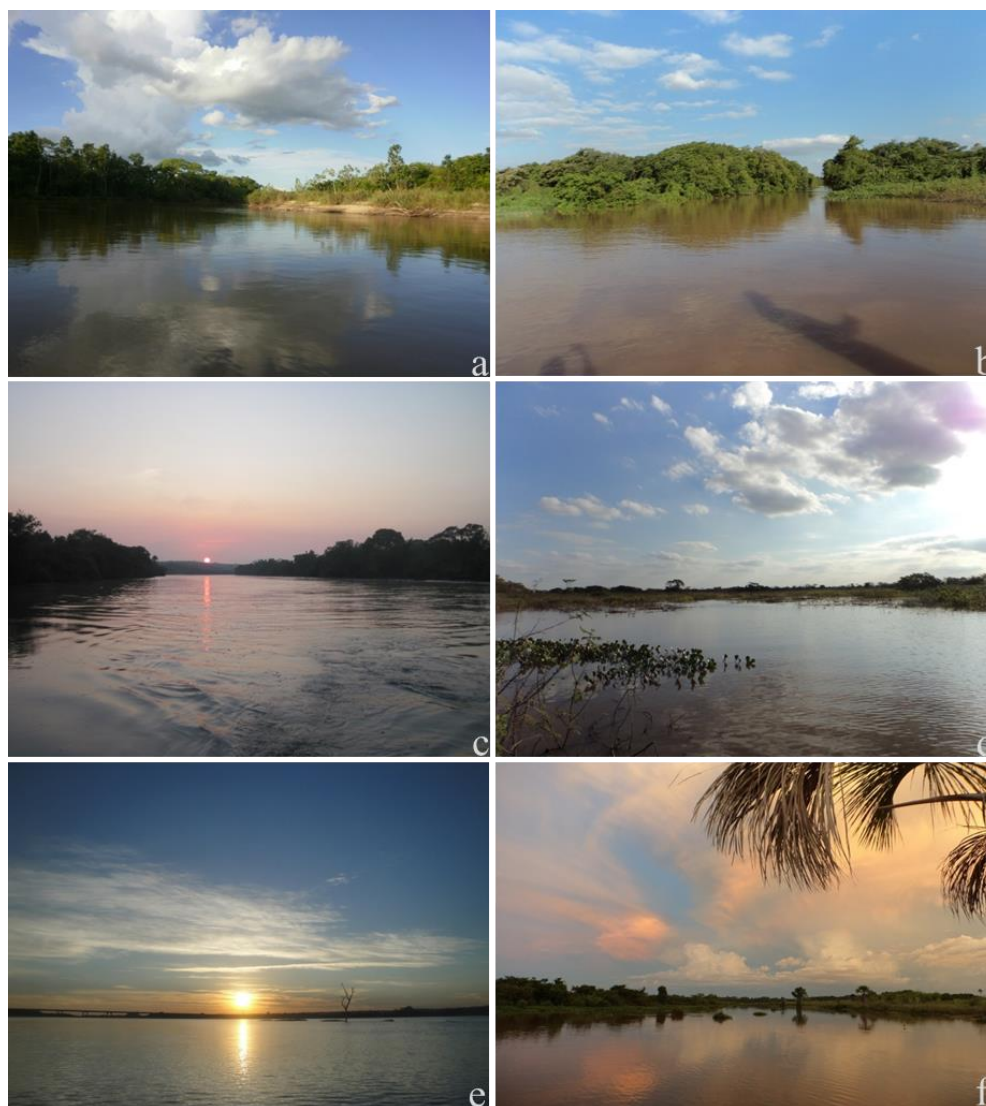
A diferenciação em juvenis ou adultos foi baseada no tamanho de primeira maturação das espécies, seguindo Vazzoler *et al.* (1997) e Graça & Pavanelli (2007).

A preferência das espécies de larvas em relação aos tributários foi verificada através da Análise de Espécies Indicadoras (IndVal; Dufrêne & Legendre, 1997). O valor da IndVal varia de 0 a 100%, onde zero demonstra que a espécie não é indicadora de determinado local e 100% que ela é característica do local amostrado. Nesta análise, a significância do valor indicador de cada espécie foi avaliada através do método de Monte Carlo, utilizando 1000 permutações. O software PCORD v 4.01 (McCune&Mefford, 1999) foi empregado nesta análise. Nesta análise foram utilizadas apenas as larvas identificadas até o nível específico, sendo excluídas as classificadas em nível de ordem, família e gênero.

A análise de Espécies Indicadoras também foi empregada para os resultados obtidos no estudo de recrutamento, a fim de verificar a existência de preferência das espécies migradoras de longa distância por algum tributário.

**Quadro 1** – Pontos de amostragem nos diferentes tributários do reservatório de Porto Primavera, com respectivas coordenadas geográficas e características gerais.

TRIBUTÁRIOS	PONTOS DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS	CARACTERÍSTICAS
Rio Aguapeí	Lagoa	21°05'6.31"S 51°42'45.29"O	Lagoa Pau da Onça; vegetação marginal arbustiva e arbórea; macrófitas aquáticas flutuantes.
	Rio	21°5'2.67"S 51°42'42.86"O	Trecho lótico; vegetação marginal arbustiva e arbórea.
Rio Verde	Lagoa	21°2'3.02"S 52°7'30.97"O	Lagoa temporária; sendo a vegetação constituída por áreas de várzeas.
	Rio	21°2'7.72"S 52°7'2.30"O	Trecho lótico; vegetação marginal arbustiva e arbórea.
Rio Pardo	Lagoa	21°42'50.34"S 52°32'34.56"O	Lagoa; vegetação marginal arbustiva e arbórea; macrófitas.
	Rio	21°42'44.32"S 52°32'33.90"O	Trecho lótico; vegetação marginal arbustiva e arbórea.



**Figura 4** – Pontos de amostragens dos rios Aguapeí (a), Verde (c) e Pardo (e) localizados no ponto localizado no rio próximo à entrada da lagoa; imagens (b), (d), e (f) no ponto localizado na lagoa dos respectivos rios.

## 5.4 Monitoramento das estruturas de transposição

### 5.4.1 Monitoramento do elevador para peixes

Essa atividade consiste no acompanhamento das manobras necessárias à subida dos peixes pelo elevador, até a soltura em montante da barragem, bem como na execução das atividades complementares de identificação, contagem dos espécimes transpostos por esse mecanismo.

Os procedimentos de manobras de transposição do elevador para peixes foram realizados em duas etapas: a primeira entre os meses de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013 e a segunda entre novembro de 2013 a fevereiro de 2014 (Figura 5a). Os ciclos de elevador da primeira etapa foram realizados as terças e quintas-feiras, três vezes ao dia (10:00 h, 16:00 h e 22:00 h). Na segunda etapa, os ciclos ocorreram também as terças e quintas-feiras, no entanto, os horários foram 06:00 h, 14:00 h e 22:00 h. A definição dos três horários das manobras de transposição do elevador para peixes levou em consideração a contemplação dos períodos diários, de forma a abranger a variabilidade dos comportamentos das espécies migradoras de longa distância.

Para gerar o fluxo atrativo do elevador para peixes (Figura 5b) é acionada três das quatro bombas d'água elétricas, duas, quatro e até seis horas que precedem a manobra de elevação. Após os peixes serem atraídos para o mecanismo, eles são adensados com um carrinho rolante no fosso da caçamba de elevação. Então, a caçamba é içada e ao chegar à posição de liberação, a água e os peixes são liberados dentro de um tanque-balança (Figura 5c). Todos os peixes migradores capturados pelo elevador passaram por um procedimento de scanner manual para rastrear a existência de marcas PIT-tags (*Passive Integrated Transponder*) e verificar transposições de peixes marcados (Figura 5d).

Após o procedimento de identificação, contagem, pesagem e scanner os peixes são liberados em um tubo que os transportam por gravidade até as águas de montante da barragem, caracterizadas como reservatórios, finalizando assim o procedimento de transposição por elevador para peixes.



**Figura 5** – Visão geral do elevador para peixes (a). Fluxo de atração gerado pelas bombas elétricas, passando pelas comportas mitrais (b). Caçamba do elevador para peixes içada, liberando o conteúdo dentro do tanque-balança (c). Procedimento de scanner manual dos peixes transpostos pelo elevador.

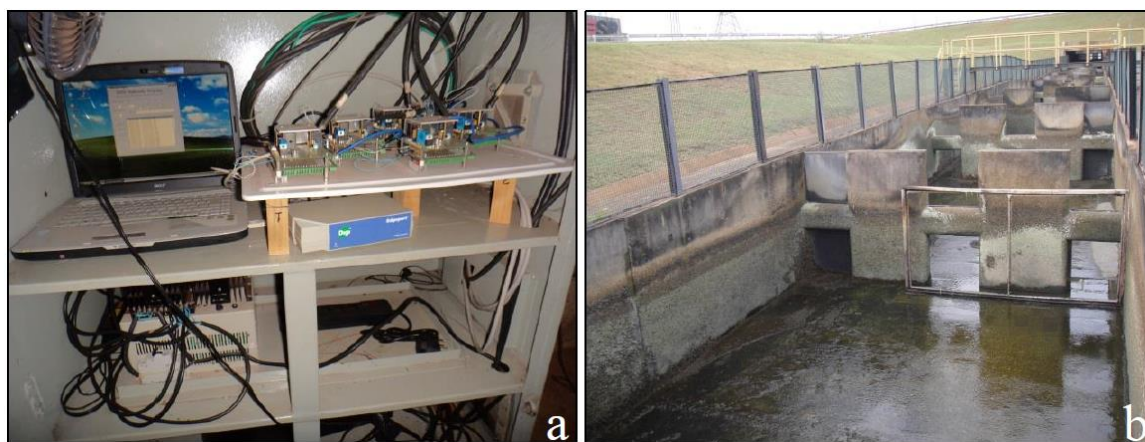
## 5.4.2 Monitoramento da escada para peixes

### 5.4.2.1 Sistema de monitoramento RFID

O monitoramento da movimentação ascendente e descendente de peixes foi realizado por telemetria através do sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) *multi-reader*, com implantação de PIT-tags da marca *Texas instruments* (tamanho de 32 mm) em exemplares de peixes das espécies alvo.

Foram utilizados os posicionamentos das antenas já instaladas na escada para peixes durante o período de monitoramento de 2009/2010. Uma diferenciação do sistema RFID de monitoramento instalado neste período 2012/2014, ao sistema instalado anteriormente (2009/2010), foi a unificação dos módulos de controle, onde passou a centralizar todas as antenas em apenas um módulo de controle ligado ao único banco de dados (Figura 6a). Esta unificação permite desenvolver uma maior eficiência na avaliação dos dados obtidos, bem como, diminui a possibilidade de erros do sistema.

Foram instaladas oito (8) antenas de monitoramento (com tamanho de 1,5x3,0 m, construídas com fios elétricos de 4 mm<sup>2</sup>, inseridos dentro de canos de PVC e afixadas à estrutura de concreto da escada por meio de um arco de madeira) (Figura 6b), onde: a primeira foi instalada a 100 m da foz da escada, logo acima do primeiro tanque de descanso (Tanque número 11) e a antena 8 ficou posicionada a 50 m da tomada de água, sendo as demais distribuídas de forma mais equidistante possível dentro do espaço intermediário das antenas 1 e 8. O segundo tanque de descanso da escada para peixes ficou no intervalo entre as antenas números 3 e 4 e o terceiro tanque de descanso entre as antenas 5 e 6.

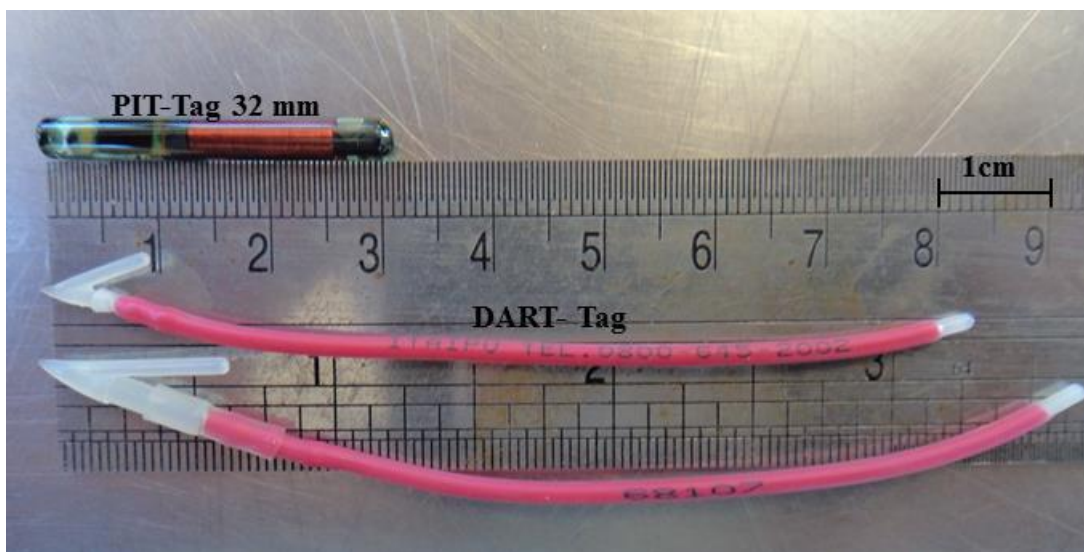


**Figura 6** – Sistema RFID de monitoramento interligado (a). Antena de monitoramento instalada na escada para peixes (b).

As antenas formam um campo eletromagnético por linhas de indução. As ondas eletromagnéticas possuem frequência de 134,2 kHz, são emitidas pelo leitor (com ondas do tipo *Half duplex*) e transmitidas por cabos duplamente isolados tipo Twinax até a placa de sintonia que realiza a adequação da frequência a dimensão da antena instalada. Para cada antena dispõe de um leitor específico e na escada foram montadas oito antenas com respectivos leitores atuando sincronizadamente. Esta cadeia de leitores é denominada *Multireader System* (Haro, 2002).

No momento em que um peixe marcado com a PIT-tag (*Passive Integrated Transponder*) entra no campo eletromagnético a marca (PIT-tag) é excitada e emite um sinal resposta, que é registado pelo leitor e armazenado em um banco de dados no computador em arquivos de texto (.txt). Os arquivos de texto são gerados e salvos automaticamente pelo software “*multireader*” em uma pasta específica. Posteriormente utilizando um *pendrive* realiza-se o back-up dos arquivos para que possam ser trabalhadas as informações contidas no sistema de monitoramento.

Foram utilizadas neste monitoramento marcas do tipo PIT-tags (*Passive integrated transponder*) modelo RI-TRP-WR2B 30 e DART-tags (Figura 7). As marcas do tipo PIT-tags utilizadas realizam leitura e escrita (RW), ou seja, podem ser identificadas pelo sistema, bem como podem ser programadas com a inserção de códigos numéricos desejados, o que permite a codificação das marcas (Figura 7). As marcas foram programadas (codificadas) com nove dígitos, sendo os quatro primeiros dígitos uma referência quanto ao local de marcação (CNPJ da CESP UHE Engenheiro Sergio Motta) e os demais cinco dígitos se referem ao número de ordem crescente dos peixes marcados. Esses números são associados às características (tamanho total, tamanho padrão e peso) de cada animal bem como seu local de captura e liberação e as respectivas datas e horários, tornando-se assim semelhante a uma identidade do peixe.



**Figura 7** – Modelo de marcas PIT-tags e DART-tags utilizadas durante o estudo para marcar e monitorar a passagem dos peixes pela escada.

O sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) de monitoramento para peixes foi acionado no dia 11 de dezembro de 2012. Este monitoramento permaneceu contínuo desde então, havendo apenas breves desligamentos para manutenção do sistema e, principalmente, na manutenção das antenas de detecção. Quando as manutenções eram realizadas, uma tela de bloqueio era cerrada para evitar que os peixes passassem com o sistema desligado e não fossem registrados. Os dados utilizados neste relatório são referentes ao período compreendido entre 11 de dezembro de 2012 a 30 de agosto de 2014, totalizando 627 dias de monitoramento contínuo.

#### 5.4.2.2 Locais de soltura

Foram estabelecidos oito locais de soltura, ou seja, quatro a montante e quatro a jusante. Os locais de liberação dos peixes podem ser visualizados na Figura 8, conforme as nomenclaturas estabelecidas a seguir:

**EJ1:** Corresponde ao local de soltura localizado na margem esquerda do rio Paraná ligeiramente a jusante da barragem da UHE Engenheiro Sergio Motta e acima do sistema de transposição (STP) - escada para peixes.

**EJ2:** Corresponde ao local de soltura localizado na margem esquerda do rio Paraná a jusante da barragem da UHE Engenheiro Sergio Motta, aproximadamente 1000 metros a jusante da entrada da escada para peixes.

**DJ1:** Corresponde ao local de soltura localizado na margem direita do rio Paraná, e ligeiramente a jusante da barragem da UHE Engenheiro Sergio Motta, próximo aos canais dos vertedouros.

**DJ2:** Corresponde ao local de soltura localizado na margem direita do rio Paraná, aproximadamente a 1000 metros a jusante da barragem da UHE Engenheiro Sergio Motta.

**EM1:** Corresponde ao local de soltura localizado a margem esquerda do rio Paraná, a montante da barragem aproximadamente 200 metros da saída da escada para peixes.

**EM2:** Corresponde ao local de soltura localizado a margem esquerda do rio Paraná, a montante da barragem e aproximadamente 1000 metros da saída da escada para peixes.

**DM1:** Local de soltura a montante da barragem da UHE Engenheiro Sergio Motta a direita dos vertedouros e próximo ao limite entre barragem de concreto e barragem de pedras.

**DM2:** Local de soltura aproximadamente 1 km rio acima do ponto de soltura DM1.



**Figura 8** – Imagem com vista superior da área de estudo (UHE Engenheiro Sergio Motta). Os oito locais de soltura: EJ1, EJ2, DJ1, DJ2, EM1, EM2, DM1 e DM2 – E=margem esquerda; D=margem direita; J=jusante; M=montante; escada para peixes e eclusa (Imagem: Google Earth).



### 5.4.2.3 Marcação de peixes

Foram realizadas dez campanhas para marcação de peixes com PIT-tags e DART-tags. As campanhas de coleta de peixes para marcação foram realizadas durante cinco dias da semana, nos meses de dezembro/2012, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, outubro, novembro e dezembro/2013 e janeiro/2014. As coletas de peixes foram realizadas utilizando tarrafa e caniço, que viabilizaram a marcação de 1.366 peixes referente a oito espécies migradoras de longas distâncias e uma não migradora (*Leporinus friderici*) (Tabela 1). As marcações priorizaram principalmente duas espécies alvos: *Leporinus obtusidens* (nominada anteriormente como *Leporinus elongatus*) e *Prochilodus lineatus*. As marcações dessas duas espécies objetivaram alcançar um número de 100 exemplares marcados por espécie em cada local de soltura. No entanto, devido à redução de campanhas para a captura dos peixes para a marcação, principalmente no segundo período reprodutivo (2013/2014), não foi possível atingir as metas estabelecidas de peixes marcados.

As metas de marcação foram atingidas para a espécie *Prochilodus lineatus* e *Leporinus obtusidens*, porém em pontos específicos. Para a espécie *Prochilodus lineatus*, atingiu-se a meta nos quatro pontos estabelecidos a jusante da barragem de Porto Primavera (EJ1, EJ2, DJ1 e DJ2), enquanto que a meta foi atingida apenas em dois pontos a montante (EM1 e EM2) (Tabela 1). No que se refere à espécie *Leporinus obtusidens*, a montante atingiu-se a meta nos pontos EM1, EM2 e DM1. No entanto, nos locais a jusante, foram marcados apenas 58 indivíduos, não atingindo a meta de marcação em nenhum dos pontos (Tabela 1).

Devido a ocorrência de *Pterodoras granulosus* durante o período de piracema, foram marcados 236 indivíduos e liberados conforme constam na Tabela 1.

**Tabela 1** – Quantidades de peixes marcados e liberados por espécie nos locais de soltura. Números em negrito se referem as quantidades de marcação por espécie em cada local de soltura (Locais T11; T25 e T39=tanques 11, 25 e 39 na escada para peixes, respectivamente).

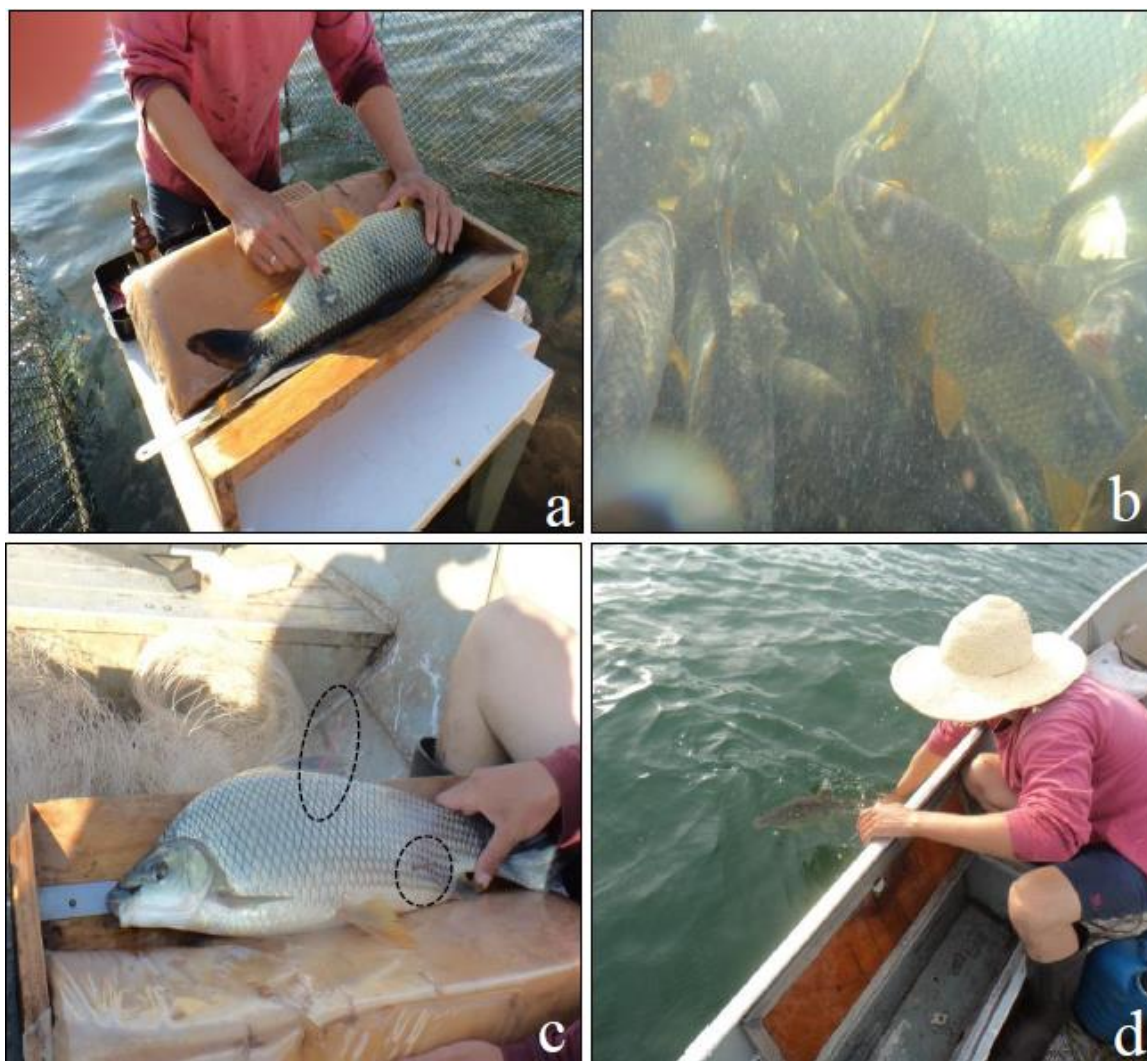
Espécies	Locais de soltura											Total
	EJ1	EJ2	DJ1	DJ2	EM1	EM2	DM1	DM2	T11	T25	T39	
<i>Brycon orbignyianus</i>	40	2										<b>42</b>
<i>Leporinus friderici</i>	1											<b>1</b>
<i>Leporinus obtusidens</i>	25	33			<b>103</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	2				<b>367</b>
<i>Leporinus piavussu</i>	12	22										<b>34</b>
<i>Prochilodus lineatus</i>	<b>110</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	11			8		<b>636</b>
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	1											<b>1</b>
<i>Pterodoras granulosus</i>	<b>124</b>								31	41	40	<b>236</b>
<i>Rhinelepis aspera</i>	1											<b>1</b>
<i>Salminus brasiliensis</i>	23	17			7	1						<b>48</b>
<b>Total</b>	<b>337</b>	<b>176</b>	<b>103</b>	<b>101</b>	<b>210</b>	<b>204</b>	<b>113</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>40</b>	1.366

Após coletados, os peixes foram mantidos em viveiros do tipo gaiolas, com dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,5m, dentro do próprio rio para depósito e recuperação. Antes da marcação, os peixes foram medidos em comprimento total e padrão (cm) com a utilização de ictiômetro e pesados (gramas) com uma balança digital (Figura 9a). Para introduzir as marcas foi realizada uma pequena incisão (as PIT-tags foram inseridas na região póstero-ventral, após a nadadeira pélvica) com um bisturi cirúrgico e, após a marcação, no local de inserção da marca foi aplicada uma solução de iodo 10%. Após esses procedimentos, os peixes eram repassados para um outro viveiro para recuperação (Figura 9b).

As espécies migradoras de longa distância selecionadas para estudo, também tiveram exemplares marcados com marcas hidrostáticas externas do tipo DART-tags (Figura 9c), contendo um número de telefone, para os pescadores que venham recapturar esses exemplares, possam ligar e repassar as informações referentes ao peixe capturado. As marcações com DART-tag objetivaram ampliar os conhecimentos sobre o comportamento migratório das espécies. Como medida de incentivo e compensação pelo esforço, o pescador recebe um brinde. Essas marcas hidrostáticas foram aplicadas na região dorsal dos peixes, imediatamente após a nadadeira dorsal. Este projeto é coordenado pela

Itaipu Binacional, com parcerias da CESP e Entidade Binacional Yacyretá (Argentina e Paraguai).

Após a recuperação do procedimento de marcação com PIT-tags e Dart-tags, os peixes foram acondicionados em caixas com água e transportados de barco até os locais de soltura estabelecidos para serem liberados (Figura 9d).



**Figura 9** – Biometria e marcação de peixes com PIT-tag: *Leporinus obtusidens* (a); acondicionamento de *Leporinus obtusidens* em gaiolas para recuperação do procedimento de marcação (b); exemplar de *Prochilodus lineatus* marcado com DART e PIT-tag (c) e liberação do exemplar no local DM1 (d).

#### 5.4.2.4 Variáveis abióticas

Como atividade rotineira, foram mensuradas algumas variáveis abióticas na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, como: temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (mg/L), oxigênio dissolvido (%) condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), com a utilização de um medidor multiparâmetro YSI Professional Plus. A turbidez (NTU) foi mensurada utilizando o turbidímetro da marca Policontrol, modelo AP 2000. A temperatura do ar (°C) foi medida com um termômetro de mercúrio. Os horários de amostragem foram padronizados para serem realizados pela manhã entre as 10:00 e 12:00 horas.

#### 5.4.2.5 Análise e interpretação dos dados

Para avaliar a atratividade da escada para peixes dentre as espécies marcadas com PIT-tag foi utilizada a relação entre o número de indivíduos marcados e detectados na primeira antena e o tempo gasto entre o evento (detecção). Interpreta-se que quanto maior o número de indivíduos detectados na primeira antena maior é a atratividade da escada.

Para mensurar o tempo:

$$T = t_f - t_i$$

Onde: T: corresponde ao gasto entre a soltura e detecção na primeira antena;

$t_f$ : hora e data do primeiro registo do peixe na primeira antena;

$t_i$ : hora e data de liberação do peixe marcado com PIT-tag nos respectivos locais de soltura.

O tempo gasto, entre a soltura e detecção corresponde à variável resposta, a qual é utilizada na análise de sobrevivência. Para realizar esta análise, assume-se que os peixes não registrados na primeira antena são informações incompletas (censuras). Neste caso, assumimos que o experimento possui data para finalização estabelecida previamente. Então, se utiliza censura do tipo I à direita (quando o tempo de evento em escala temporal está à direita do fim do estudo) (Colosimo & Giolo 2006).

Para testar a atratividade da escada para peixes em relação às margens direita e esquerda para as espécies *Prochilodus lineatus* e *Leporinus obtusidens* foi utilizada a Análise de Sobrevivência. Para verificar se houve segregação nos tempos de entrada, ou

seja, tempo de atração, foi utilizado o teste não paramétrico de *Log-rank* (Mantel, 1966) ao nível de significância de  $p < 0,05$ , com a interpretação de hipótese nula de que as os tempos de atratividade para as espécies nos diferentes locais de soltura possuem a mesma função de sobrevivência (Allison, 2010). Para distinguir o tempo de atração entre os pontos de soltura e margens foi usado o teste de *Tukey-Kramer* a posteriori, com nível de significância de  $p < 0,05$  (Allison, 2010). O modelo gráfico não-paramétrico de Kaplan-Meier (Curva de depleção) foi utilizado para representar a função de sobrevivência acumulada representando o percentual de atratividade, onde foi realizada a distribuição dos eventos ao longo do tempo (variável quantitativa) para cada variável categórica (local de soltura) (Kaplan & Meier, 1958; Castro-Santos & Haro, 2003). O procedimento estatístico foi realizado utilizando o procedimento PROC LIFETEST do Software SAS (SAS<sup>®</sup> 9.3).

Para quantificar a movimentação ascendente e descende foi utilizado o extrato do sistema de monitoramento RFID. A diferenciação do sentido do movimento é dado em ordem cronológica de registo para cada indivíduo nas oito antenas instaladas na escada para peixe. Para se configurar uma movimentação ascendente o peixe registrado na antena 1 e subsequentemente nas demais 2 a 8. Enquanto que a movimentação descendente foi identificada pelo procedimento inverso, com registro inicial na antena 8 e posteriormente subsequentemente nas antenas 7 a 1. Desta maneira, destaca-se o tempo gasto de cada peixes entre os seguimentos para posterior comparativo de médias e seus desvios.

## 5.5 Monitoramento genético da transposição

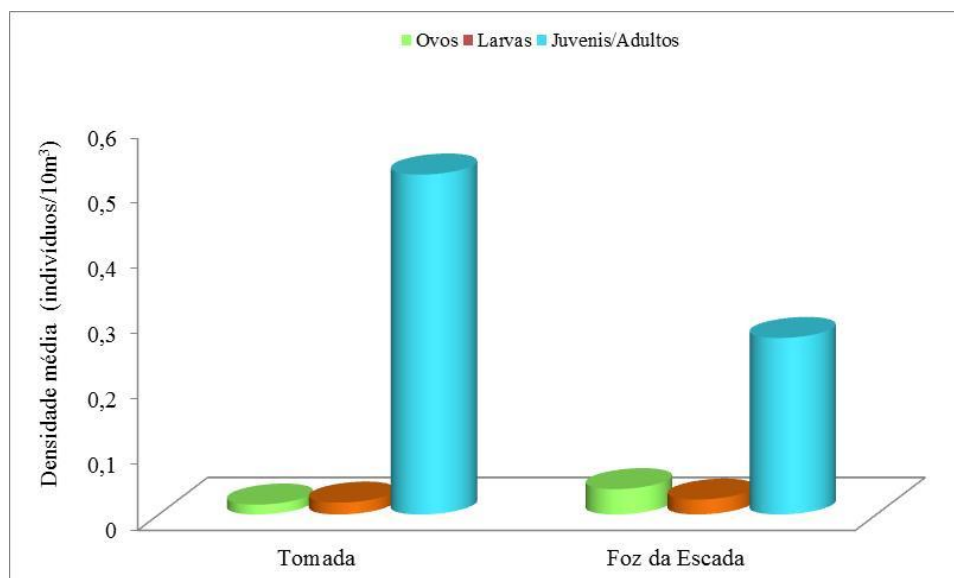
Para o monitoramento genético da transposição, foram amostrados 159 exemplares de *Prochilodus lineatus*: 19 do rio Pardo (PAR), 11 do rio Verde (VER), 10 do rio do Peixe (PEI), 22 no reservatório de Porto Primavera (MPP), 31 a jusante do reservatório de Porto Primavera (JPP), 43 no rio Aguapei (AGU) e 23 no rio Iguazu (IGU) a jusante das Cataratas do Iguazu. As metodologias de coleta utilizadas foram tarrafas e redes de espera. Amostras de nadadeira e/ou fígado foram coletadas, estocadas em microtubos contendo álcool 70 % e mantidas a -20 °C.

Posteriormente, foram realizadas análises para avaliação da diversidade genética e fluxo gênico das populações de *P. lineatus* no Laboratório de Genética e Ecologia Animal da Universidade Estadual de Londrina pelos pesquisadores Oscar Akio Shibatta e Lenice de Souza Shibatta e pelo pós-graduando Dihego Gomes Ferreira.

## 6. RESULTADOS

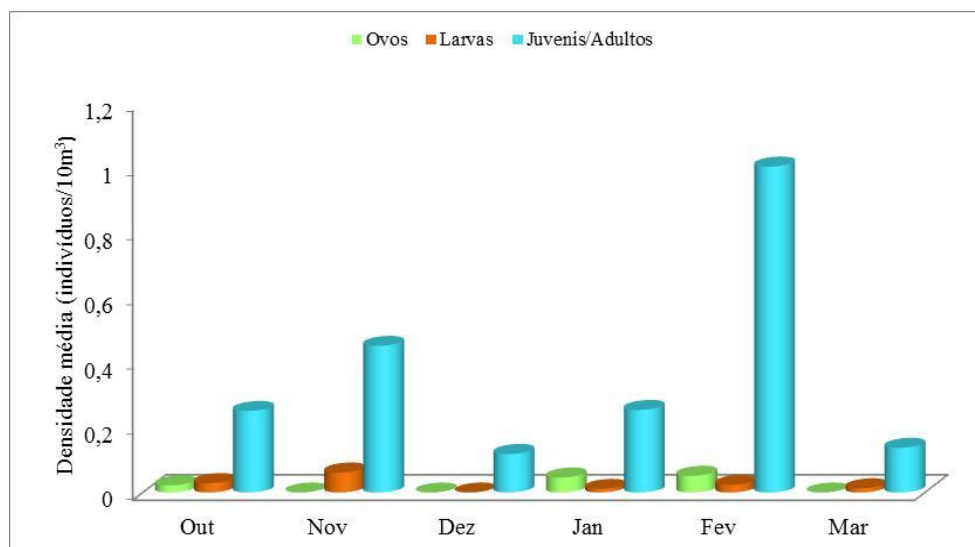
### 6.1 Passagem descendente de ovos e larvas na escada para peixes

As duas estações reprodutivas (2012 – 2014) resultaram na captura de poucos indivíduos na escada para peixes, sendo 25 ovos, 20 larvas e 403 juvenis/adultos. Ovos e larvas ocorreram em maiores densidades na Foz da Escada (0,03 ovos/10m<sup>3</sup> e 0,02 larvas/10m<sup>3</sup>). Juvenis/adultos foram mais frequentes na Tomada da água (0,52 Juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) (Figura 10).



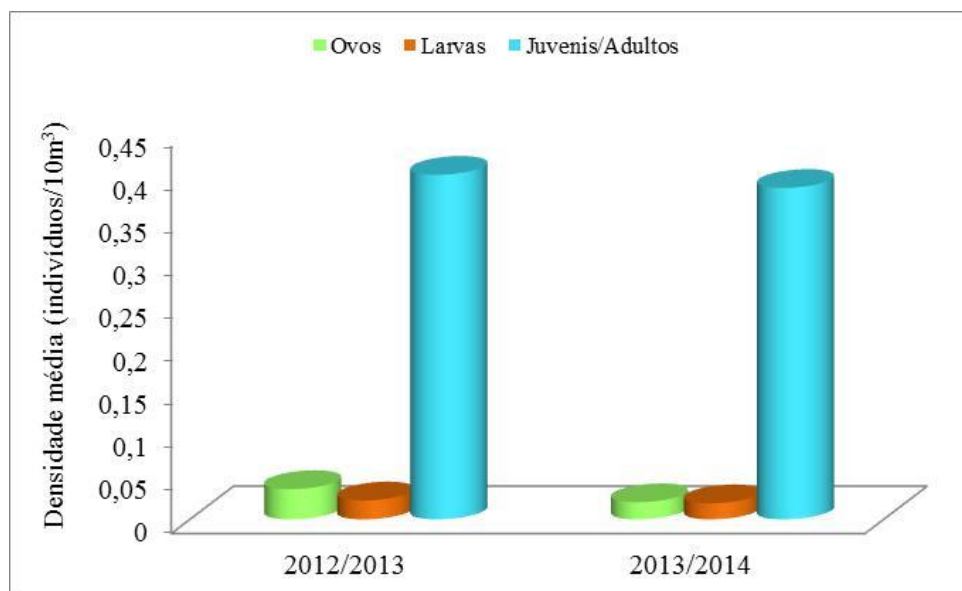
**Figura 10** – Densidade média de ovos, larvas e juvenis/adultos de peixes capturados na Tomada de água e na Foz da escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, no período de outubro a março dos anos de 2012 a 2014.

Em relação à variação temporal, verificamos que ovos ocorreram apenas em outubro, janeiro e fevereiro, sendo a maior densidade destes verificadas em fevereiro (0,05 ovos/10m<sup>3</sup>). Larvas não ocorreram apenas em dezembro e apresentaram as maiores densidades em novembro (0,06 larvas/10m<sup>3</sup>). Juvenis/adultos ocorreram em todos os meses e sempre em maiores proporções de ovos e larvas, estes apresentaram densidades elevadas em fevereiro (1,00 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) (Figura 11).



**Figura 11** – Distribuição mensal da densidade média de ovos, larvas e juvenis/adultos de peixes capturados na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, no período de outubro a março de 2012 a 2014.

As densidades de ovos e larvas foram maiores na primeira estação reprodutiva 2012/2013 (Figura 12). Juvenis/adultos apresentaram densidades próximas em 2012/2013 e 2013/2014 (0,40 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup> e 0,38 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>, respectivamente) (Figura 12).

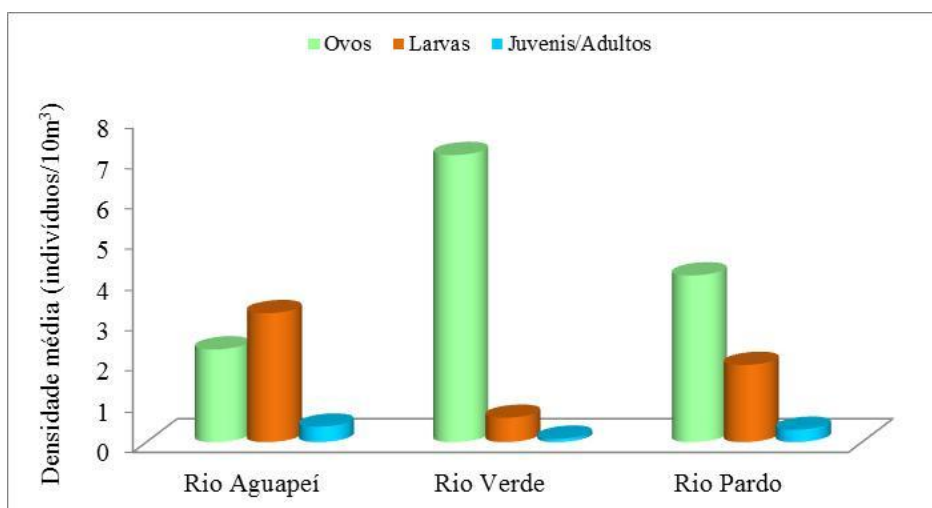


**Figura 12** – Densidade média de ovos e larvas de peixes amostrados nas estações reprodutivas nos diferentes tributários do reservatório de Porto Primavera, rio Paraná, no período de outubro a março entre os anos de 2012 a 2014.

## 6.2 Áreas de desova e recrutamento em tributários do Reservatório de Porto Primavera

### 6.2.1 Distribuição espacial

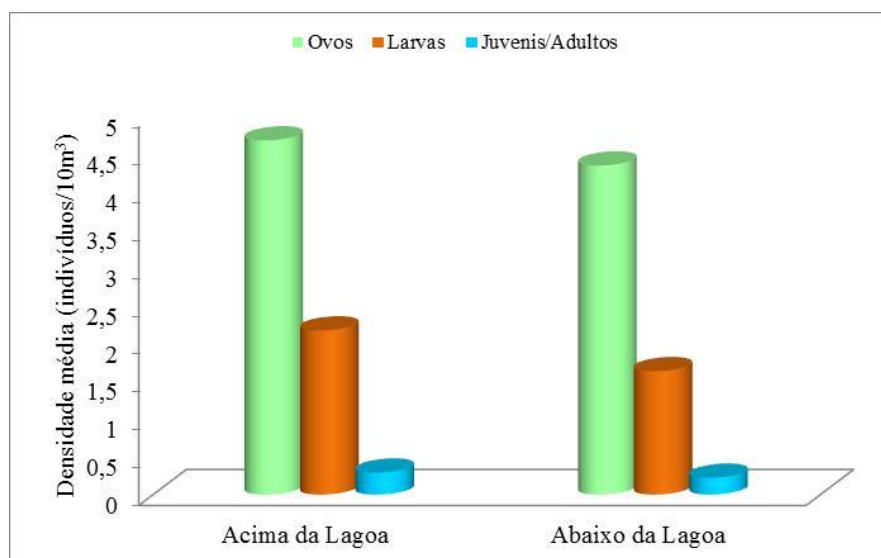
Nos tributários de Porto Primavera, durante as estações reprodutivas de 2012 a 2014 (Outubro a Março), observamos maior contribuição de ovos (2.895), seguida das larvas (1.131). Ovos, larvas e juvenis/adultos ocorreram nos três tributários, porém, em diferentes abundâncias. Ovos foram predominantes no rio Verde (7,09 ovos/10m<sup>3</sup>), enquanto que larvas (3,18 larvas/10m<sup>3</sup>) e juvenis/adultos (0,38 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) expressaram maiores densidades no rio Aguapeí (Figura 13).



**Figura 13** – Densidade média de ovos, larvas e juvenis/adultos de peixes capturados em tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta, no período de outubro a março dos anos de 2012 a 2014.

Quanto às amostragens realizadas no trecho lótico dos rios, acima e abaixo da lagoa, verificamos que ovos (4,67 ovos 10/m<sup>3</sup>), larvas (2,16 larvas 10/10m<sup>3</sup>) e juvenis/adultos (0,29 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) apresentaram maiores densidades médias acima da lagoa (Figura 14).





**Figura 14** – Densidade média de ovos, larvas e juvenis/adultos de peixes capturados nos pontos localizados acima e abaixo da lagoa nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta, no período de outubro a março dos anos de 2012 a 2014.

As amostragens realizadas na região litorânea, junto às macrófitas aquáticas/capim submerso, nos rios Aguapeí, Verde e Pardo com peneirão, resultaram na captura de 186 ovos, 1.171 larvas e 4.285 juvenis/adultos. A lagoa do rio Aguapeí apresentou maior número de ovos (167), já a do rio Verde o de larvas (776) e juvenis/adultos na lagoa do rio Pardo (2.263) (Tabela 2).

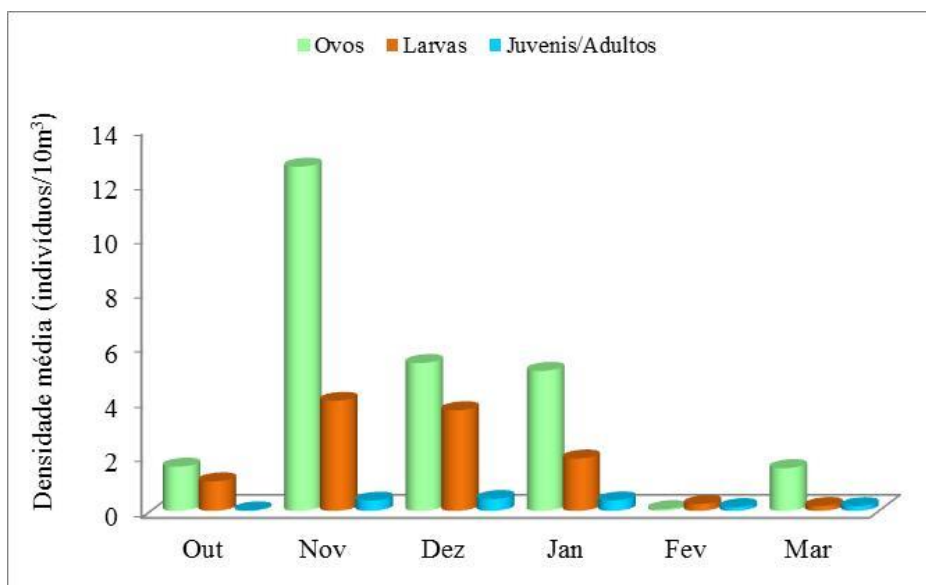
**Tabela 2** – Número de ovos, larvas e juvenis/adultos coletados nas lagoas dos rios Aguapeí, Verde e Pardo.

Locais	Ovos	Larvas	Juvenis/Adultos
Aguapeí	167	159	1.368
Verde	5	776	654
Pardo	14	236	2.263

## 6.2.2 Distribuição temporal

O ictioplâncton esteve presente em todos os meses de amostragens, entretanto ovos e larvas ocorreram principalmente nos meses de novembro (12,58 ovos/10m<sup>3</sup> e 4,02 larvas/10m<sup>3</sup>), dezembro (5,40 ovos/10m<sup>3</sup> e 3,67 larvas/10m<sup>3</sup>) e janeiro (5,11 ovos/10m<sup>3</sup> e 1,91 larvas/10m<sup>3</sup>). Juvenis/adultos apresentaram maiores valores na densidade média em

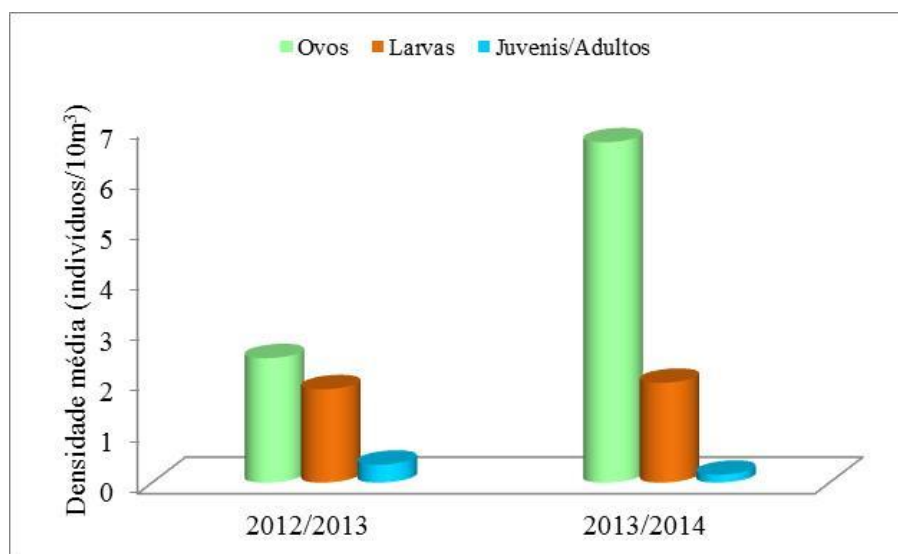
dezembro (0,43 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>), seguido dos meses de janeiro (0,38 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) e novembro (0,37 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) (Figura 15).



**Figura 15** – Distribuição mensal da densidade média de ovos, larvas e juvenis/adultos de peixes capturados em tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta, no período de outubro a março dos anos de 2012 a 2014.

Quando avaliamos as variações na densidade média do ictioplâncton nos tributários durante as estações reprodutivas, verificamos que ovos (6,69 ovos/10m<sup>3</sup>) ocorreram principalmente em 2013/2014. Larvas também ocorreram em maiores densidades média na estação reprodutiva de 2013/2014, porém as densidades destas não variaram muito de uma estação para outra (1,96 larvas/10m<sup>3</sup> em 2013/2014 e 1,83 larvas/10m<sup>3</sup> 2012/2013). Os juvenis/adultos (0,35 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) ao contrário de ovos e larvas ocorreram em maiores densidades em 2012/2013 (Figura 16).

Considerando as amostragens realizadas nas lagoas com o peneirão, verificamos que larvas e juvenis/adultos ocorreram em todos os meses de amostragens. Ovos apresentaram resultados mais expressivos em novembro (0,20 ovos/m<sup>2</sup>), ao passo que larvas se sobressaíram em março (9,49 larvas/m<sup>2</sup>). Os juvenis/adultos predominaram no mês de agosto (27,43 juvenis/adultos/m<sup>2</sup>) e setembro (23,67 juvenis/adultos/m<sup>2</sup>) (Tabela 3).



**Figura 16** – Densidade média de ovos e larvas de peixes amostrados nas estações reprodutivas nos diferentes tributários do reservatório de Porto Primavera, rio Paraná, no período de outubro a março dos anos de 2012 a 2014.

**Tabela 3** - Densidade média (indivíduos/m<sup>2</sup>) de ovos, larvas e juvenis/adultos amostrados durante os meses de outubro a maio nas lagoas dos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta.

	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
Ovos	0,00	0,12	0,14	0,20	0,00	4,95	0,00	0,00	0,03	0,00
Larvas	1,39	0,23	5,30	1,39	1,25	5,82	7,60	9,49	3,65	3,26
Juvenis	27,43	23,67	16,44	18,34	5,87	11,95	9,33	19,07	15,42	19,88

Em alguns meses as coletas não foram realizadas nas lagoas do rio Verde (Fevereiro de 2014) e Aguapeí (Dezembro de 2013, Abril 2014 e Maio de 2014) em virtude das mesmas estarem secas ou com níveis de água baixíssimos, que impossibilitaram as amostragens (Figuras 17). No rio Pardo, a coleta não foi realizada no mês em Fevereiro de 2014, por problemas logísticos.



**Figura 17** – Fotos das lagoas amostradas: Lagoa do rio Aguapeí (a); Lagoa do rio Verde (b).

### 6.2.3 Variáveis abióticas

A temperatura da água mostrou valores semelhantes em todos os tributários com média em torno de 28°C para os rios Aguapeí e Verde e 27°C para o Pardo (Tabela 4). Menor concentração de oxigênio dissolvido foi verificada no rio Aguapeí, de 4,50 mg/l, em contrapartida este tributário apresentou os valores mais elevados do potencial hidrogeniônico (pH) (7,22), condutividade elétrica (117  $\mu$ S/cm) e turbidez (91,70 NTU) (Tabela 4). Já os rios Verde e Pardo apresentaram valores semelhantes, tanto de oxigênio dissolvido como de pH (Tabela 4). O valor mínimo para a condutividade elétrica (29  $\mu$ S/cm) e turbidez (16,41 NTU) foi verificada no rio Verde (Tabela 4).

**Tabela 4** – Valores médios das variáveis abióticas encontradas nos rios Aguapeí (RAG), Verde (RV) e Pardo (RP).

Variáveis	RAG	RV	RP
Temperatura da água (°C)	28,30	28,03	27,23
Oxigênio dissolvido (mg/l)	4,50	5,40	5,50
pH	7,22	6,78	6,74
Condutividade elétrica ( $\mu$ S/cm)	117	29	36
Turbidez (NTU)	91,70	16,41	36,52

A densidade de ovos, larvas e juvenis/adultos esteve correlacionada com algumas variáveis ambientais. Correlações significativas foram verificadas para a condutividade elétrica, sendo que esta variável apresentou correlação negativa ( $\beta = -0,37$ ) com a densidade

de ovos, ou seja, a maior densidade de ovos ocorreu onde a condutividade elétrica era menor (Tabela 5), neste caso no rio Verde.

**Tabela 5** - Resultados da Análise de Regressão Múltipla entre as variáveis abióticas e a densidade de ovos nos diferentes tributários de Porto Primavera.

Variáveis	Beta	B	p
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	-0,37	-0,93	0,00
Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,17	3,72	0,15
pH	0,139	0,22	0,28
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{l}$ )	-0,13	-1,18	0,30

Correlações significativas foram verificadas ( $p < 0,05$ ) para o oxigênio dissolvido e a densidade de larvas, exercendo correlação negativa ( $\beta = -0,24$ ) (Tabela 6). A correlação negativa indica que as maiores densidades de larvas foram encontradas no tributário que apresentou os menores valores de oxigênio dissolvido, neste caso o rio Aguapeí (Tabela 6).

**Tabela 6** - Resultados da Análise de Regressão Múltipla entre as variáveis abióticas e a densidade de larvas nos diferentes tributários de Porto Primavera.

Variáveis	Beta	B	p
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{l}$ )	-0,24	-1,63	0,03
pH	0,22	0,27	0,05

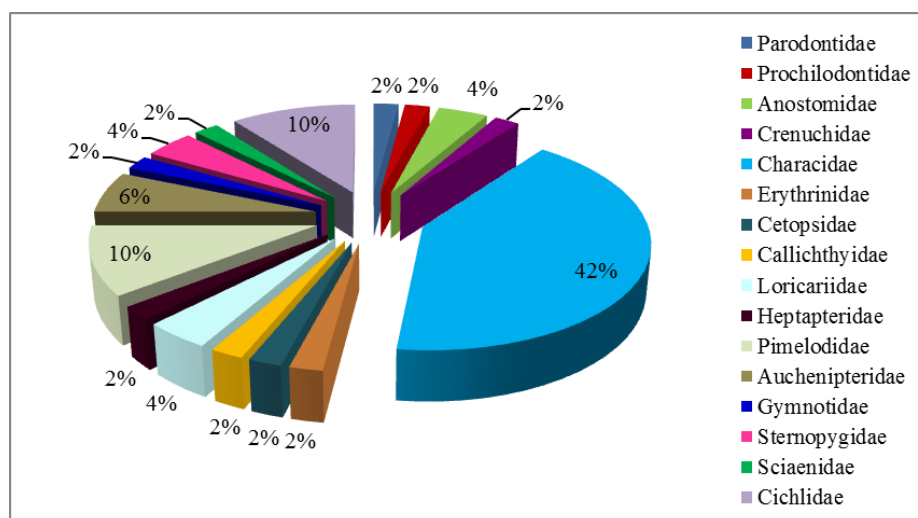
Quanto aos juvenis/adultos, correlações positivas foram verificadas para turbidez e negativas para o oxigênio dissolvido (Tabela 7), corroborando com os resultados encontrados: maiores densidades de juvenis/adultos no rio Aguapeí, que é o rio que apresenta estas características, maiores valores de turbidez e menores de oxigênio dissolvido (Tabela 7).

**Tabela 7** - Resultados da Análise de Regressão Múltipla entre as variáveis abióticas e a densidade de Juvenis/Adultos nos diferentes tributários de Porto Primavera.

Variáveis	Beta	B	p
Turbidez (NTU)	0,35	0,42	0,00
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{l}$ )	-0,24	-1,12	0,03
Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,12	1,36	0,24

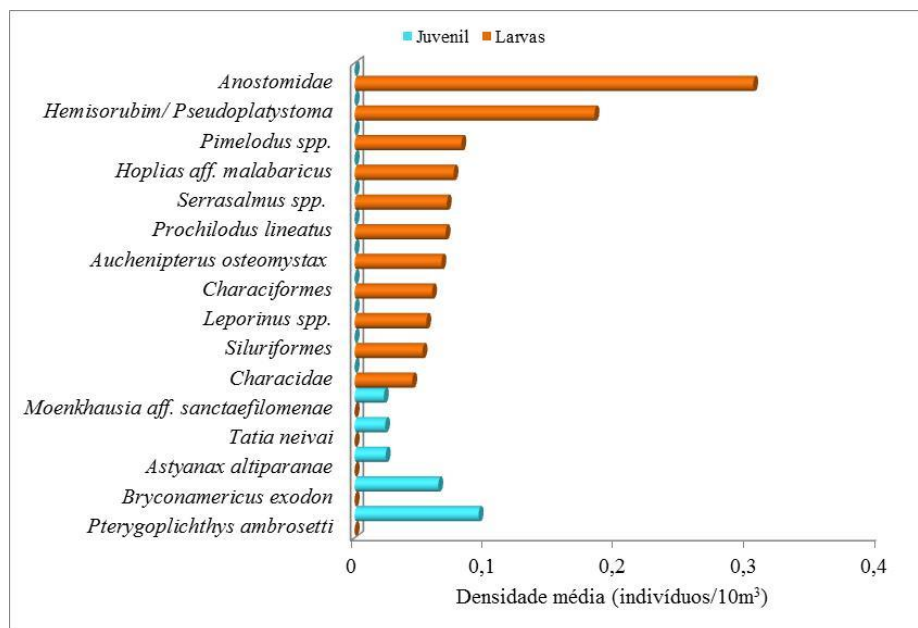
## 6.2.4 Composição taxonômica

As amostragens de larvas e juvenis/adultos realizadas na região limnética dos tributários e na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta resultaram na captura de 49 táxons pertencentes a quatro ordens e 16 famílias (Tabela 8). A família Characidae (42%) foi responsável pelo maior número de táxons identificados, além desta também se destacaram as famílias Pimelodidae e Cichlidae com 10% cada (Figura 18). O maior número de táxons foi verificado no rio Aguapeí (28), seguido do rio Pardo (26) e rio Verde (17). Na escada para peixes foram identificados 18 táxons (Tabela 8).



**Figura 18** - Frequência de captura das principais famílias da ictiofauna amostradas nos rios Aguapeí, Verde e Pardo.

De maneira geral as maiores densidades de larvas ocorreram para a família Anostomidae (0,30 larvas/10m<sup>3</sup>), seguida por larvas do táxon *Hemisorubim platyrhynchos/Pseudoplatystoma corruscans* (0,18 larvas/10m<sup>3</sup>) (larvas de jurupoca ou pintado), espécies que podem migrar longas distâncias (Figura 19). Ainda como migradoras de longas distâncias, destacamos a ocorrência das espécies *Prochilodus lineatus* (rios Aguapeí e Pardo), *Sorubim lima* (rios Aguapeí e Pardo) e *Salminus brasiliensis* (rio Pardo) (Tabela 8). Todos estes táxons incidiram nas duas estações reprodutivas.



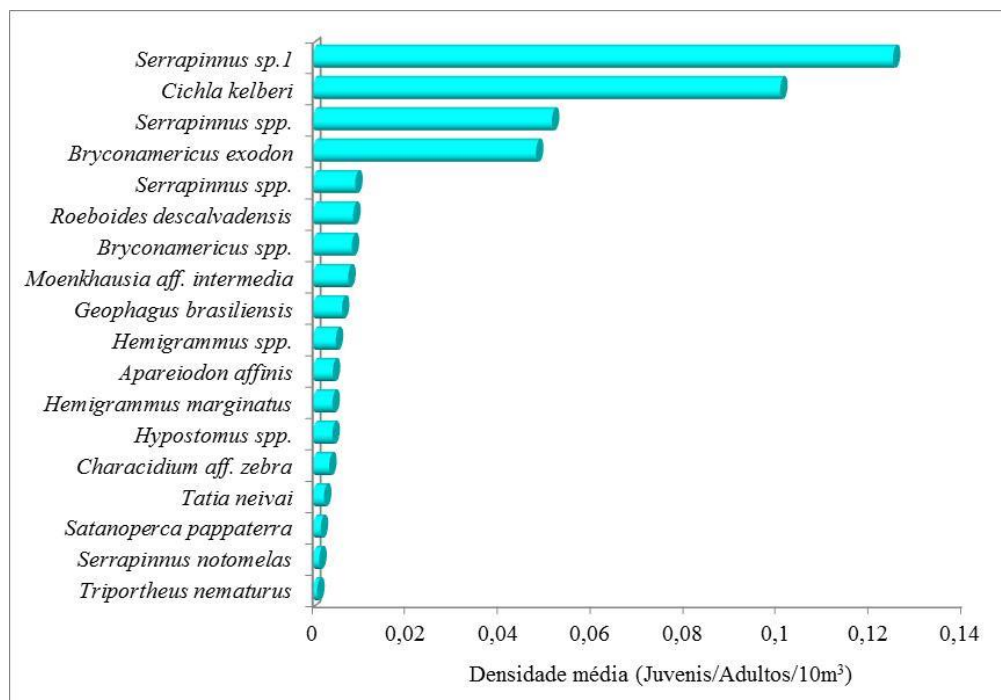
**Figura 19** – Densidade média das principais espécies de larvas de peixes amostradas nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta.

A espécie *Pterygoplichthys ambrosetti* (0,09 juvenis/10m<sup>3</sup>) foi a mais abundante entre os juvenis/adultos, a mesma sobressaiu-se nos rios Aguapeí e Pardo (Tabela 8).

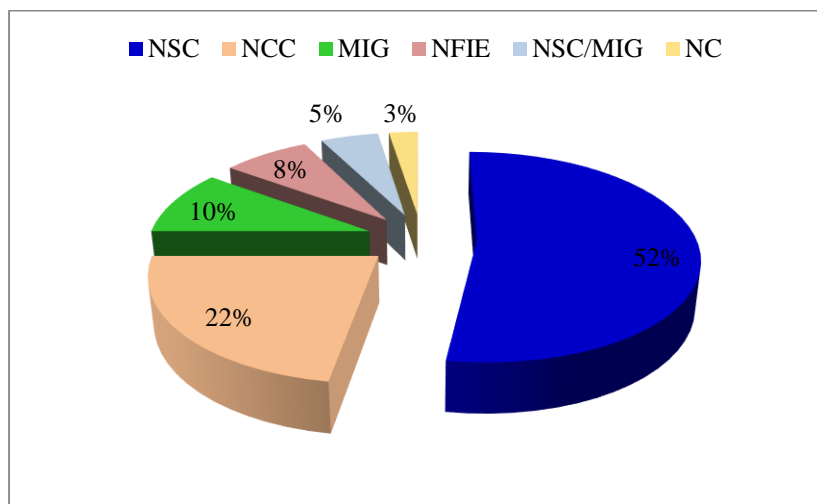
Na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta foram identificadas apenas quatro táxons de larvas, sendo elas: *Apareiodon affinis* (0,07 larvas/10m<sup>3</sup>), *Bryconamericus* spp. (0,05 larvas/10m<sup>3</sup>), *Plagioscion squamosissimus* (0,04 larvas/10m<sup>3</sup>) e *Serrasalmus* spp. (0,001 larvas/10m<sup>3</sup>) (Tabela 8).

Para os juvenis foram identificados 18 táxons, sendo *Serrapinnus* sp.1 (0,12 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>), *Cichla kelberi* (0,10 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>), *Serrapinnus* spp. (0,05juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) e *Bryconamericus exodon* (0,04 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup>) os mais abundantes. Os demais táxons apresentaram densidades inferiores a 0,01 juvenis/adultos/10m<sup>3</sup> (Figura 20).

As espécies não migradoras sem cuidado parental (NSC) representaram 52% das espécies identificadas, enquanto que as não migradoras com cuidado parental (NCC) representaram 22%. As espécies migradoras de longas distâncias totalizaram 10% dos indivíduos e as espécies não migradoras com fecundação interna e desenvolvimento externo (NFIE) 8% (Figura 21).



**Figura 20** – Densidade média das espécies de juvenis/adultos de peixes amostrados na escada para Peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta.



**Figura 21** – Frequência das estratégias reprodutivas das espécies de larvas e juvenis/adultos de peixes amostrados nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta.



**“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)**

**Tabela 8** – Grupo taxonômico de larvas (L) e juvenis/adultos (J/A) de peixes capturados na região limnética dos rios Aguapeí (RAG), Verde (RV) e Pardo (RP) e na Escada (Esc) para Peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, em amostragens realizadas nos meses de outubro a março dos anos de 2012 a 2014. Espécies migradoras de longa distância estão destacadas em vermelho. Enquadramento taxonômico segundo Reis *et al.* (2003) e Graça e Pavanelli (2007). Estratégias Reprodutivas (E.R) segundo Suzuki *et al.* (2005) e Agostinho *et al.* (2007), NSC= Não migrador sem cuidado parental, NCC= Não migrador com cuidado parental, NFIE= Não migrador com fecundação interna e desenvolvimento externo, MIG= migradoras de longa distância, (NSC/MIG) = Não migrador sem cuidado parental ou migradoras de longa distância e NC= não identificadas.

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	RAG	RV	RP	ESC	2012-2013	2013-2014
<b>CHARACIFORMES</b>			L	L	L		X	
<b>Parodontidae</b>								
<i>Apareiodon affinis</i>	Canivete, charuto	NSC	J/A			L	X	X
<b>Prochilodontidae</b>								
<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimbá, curimbatá	MIG	L		L		X	X
<b>Anostomidae</b>			L	L	L		X	X
<i>Leporinus</i> spp.	Piau, piapara	NSC/MIG			L		X	
<b>Crenuchidae</b>								
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i>	Charutinho, mocinha	NSC				J/A		X
<b>Characidae</b>				L	L		X	X
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari-do-rabo-amarelo	NSC	J/A	J/A			X	
<i>Bryconamericus exodon</i>	Lambarizinho, piquira	NSC			J/A	J/A	X	X
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Lambarizinho, piquira	NSC	J/A		J/A		X	
<i>Bryconamericus</i> spp.	Lambarizinho, piquira	NSC			L	L, J/A	X	X
<i>Hemigrammus marginatus</i>	Lambarizinho	NSC				J/A		X
<i>Hemigrammus</i> spp.	Lambarizinho	NSC				J/A		X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 8

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	RAG	RV	RP	ESC	2012-2013	2013-2014
<i>Knodus moenkhausii</i>	Lambarizinho	NSC			J/A		X	
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>intermedia</i>	Lambari	NSC				J/A		X
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>sanctaeofilomenae</i>	Lambari	NSC	J/A	J/A			X	
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado	MIG			L		X	X
<i>Triportheus nematurus</i>		NC				J/A		X
<i>Serrasalmus</i> spp.	Piranha	NCC	L	L	L	L	X	X
<i>Aphyocharax anisitsi</i>	Piquira	NSC	J/A				X	
<i>Roeboides descavadensis</i>	Dentudo, lambiá	NSC	L			J/A	X	
<i>Serrapinnus notomelas</i>	Piabinha, lambari	NSC				J/A		X
<i>Serrapinnus</i> sp.1	Piabinha, lambari	NSC				J/A	X	X
<i>Serrapinnus</i> spp.	Piabinha, lambari	NSC				L,J/A	X	X
<b>Erythrinidae</b>								
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>	Traíra, lobó	NCC	L	L	L		X	X
<b>SILURIFORMES</b>								
<b>Cetopsidae</b>								
<i>Cetopsis gobioides</i>	Candiru	NSC	L		J/A			X
<b>Callichthyidae</b>								
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá, caborja	NCC	J/A					X
<b>Loricariidae</b>								
<i>Hypostomus</i> spp.	Cascudo	NCC		J/A		J/A	X	X
<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>	Cascudo-pintado, acari	NCC	L, J/A		J/A		X	X

Continuação Tabela 8

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	RAG	RV	RP	ESC	2012-2013	2013-2014
<b>Heptapteridae</b>			L		L		X	
<b>Pimelodidae</b>			L				X	
<i>H. platyrhynchos</i> / <i>P. corruscans</i>	Jurupoca/Pintado	MIG	L	L	L		X	X
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi-beiçudo, mandi-bicudo	NSC			L		X	X
<i>Pimelodus</i> spp.	Mandi	NSC/MIG	L	L	L		X	X
<i>Sorubim lima</i>	Bico de pato, surubim	MIG	L		L		X	X
<b>Auchenipteridae</b>								
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Palmito	NFIE	L	L	L		X	X
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	Cangati, capatinho	NFIE		J/A			X	
<i>Tatia neivai</i>	Bocudinho	NFIE		L, J/A	L, J/A	J/A	X	X
<b>GYMNOTIFORMES</b>								
<b>Gymnotidae</b>								
<i>Gymnotus</i> spp.	Morenita, tuvira	NCC	L	L	L		X	X
<b>Sternopygidae</b>								
<i>Eigenmannia virescens</i>	Espadinha	NSC	J/A				X	
<i>Eigenmannia</i> spp.		NSC	L		L			X
<b>PERCIFORMES</b>								
<b>Sciaenidae</b>								
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Curvina, corvina	NSC				L	X	X

Continuação Tabela 8

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	RAG	RV	RP	ESC	2012-2013	2013-2014
<b>Cichlidae</b>			L					
<i>Cichla kelberi</i>	Tucunaré amarelo	NCC		J/A		J/A	X	X
<i>Laetacara</i> sp.				J/A			X	
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	NCC				J/A	X	
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Cará, zoiúdo	NCC			L, J/A	J/A		X
<b>Outros</b>								
Danificadas			L	L	L	L	X	X
Recém-eclodida			L				X	X

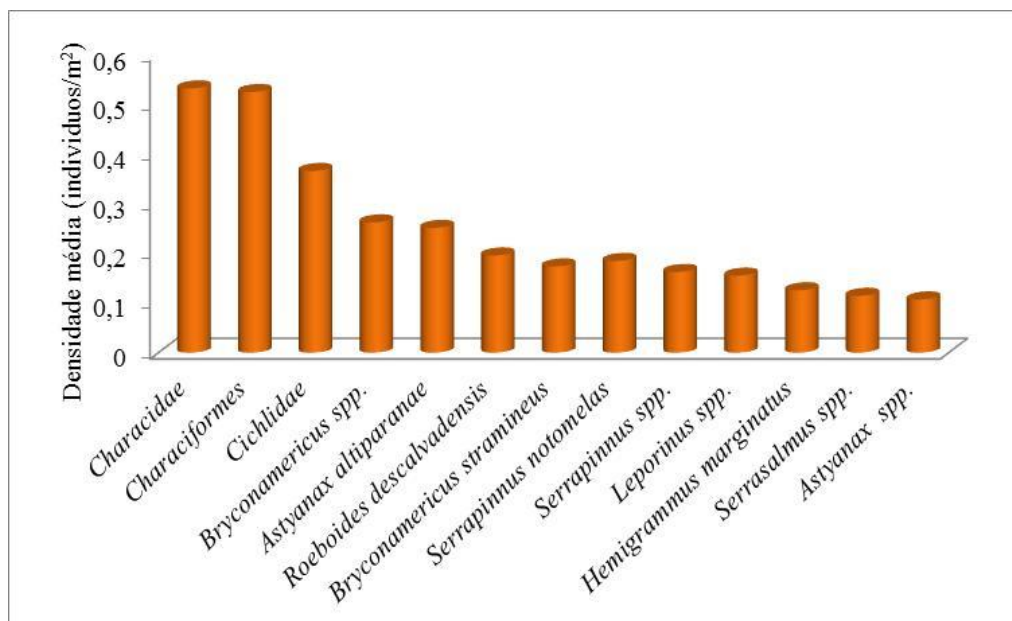
A Análise de espécies indicadoras demonstrou que algumas espécies apresentam preferência por tributário (Tabela 9). Larvas de *Hemisorubim/Pseudoplatystoma* e *Prochilodus lineatus* apresentam preferência pelo rio Aguapeí (Tabela XX). Ao passo que, larvas de *Auchenipterus osteomystax* e *Hoplias* aff. *malabaricus* preferiram o rio Pardo. A espécie *Tatia neivai* mostrou-se característica do rio Verde (Tabela 9).

**Tabela 9** - Resultado da análise de Valor indicador (IndVal) para as espécies de larvas mostrando a abundância relativa, frequência relativa e o valor indicador das espécies que apresentaram valores significativos para os locais de amostragem (RAG =Rio Aguapeí; RV = Rio Verde e RP = Rio Pardo). Os valores em negrito indicam valor significativo ( $p < 0,05$ ) obtido através do teste de significância de Monte Carlo. Espécies migradoras de longa distância destacadas em vermelho.

Espécies	Abundância Relativa			Frequência Relativa			IndVal			Valor de p
	RAG	RV	RP	RA G	RV	RP	RAG	RV	RP	
<i>Hemisorubim/Pseudoplatystoma</i>	84	6	9	38	13	5	<b>32</b>	1	0	<b>0,008</b>
<i>Prochilodus lineatus</i>	96	0	4	21	0	5	<b>20</b>	0	0	<b>0,013</b>
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	9	16	75	17	21	50	<b>1</b>	3	<b>38</b>	<b>0,001</b>
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>	30	9	61	25	8	41	<b>8</b>	1	<b>25</b>	<b>0,047</b>
<i>Tatia neivai</i>	0	87	13	0	33	9	0	<b>29</b>	1	<b>0,004</b>
<i>Iheringichthys labrosus</i>	27	0	73	8	0	14	2	0	10	0,14
<i>Salminus brasiliensis</i>	0	0	100	0	0	9	0	0	9	0,1
<i>Satanoperca pappaterra</i>	0	0	100	0	0	5	0	0	5	0,324
<i>Sorubim lima</i>	50	0	50	13	0	9	6	0	5	0,522
<i>Roeboides descavadensis</i>	100	0	0	4	0	0	4	0	0	1
<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>	100	0	0	4	0	0	4	0	0	1
<i>Cetopsis gobioides</i>	100	0	0	4	0	0	4	0	0	1
<i>Hoplosternum littorale</i>	100	0	0	4	0	0	4	0	0	1

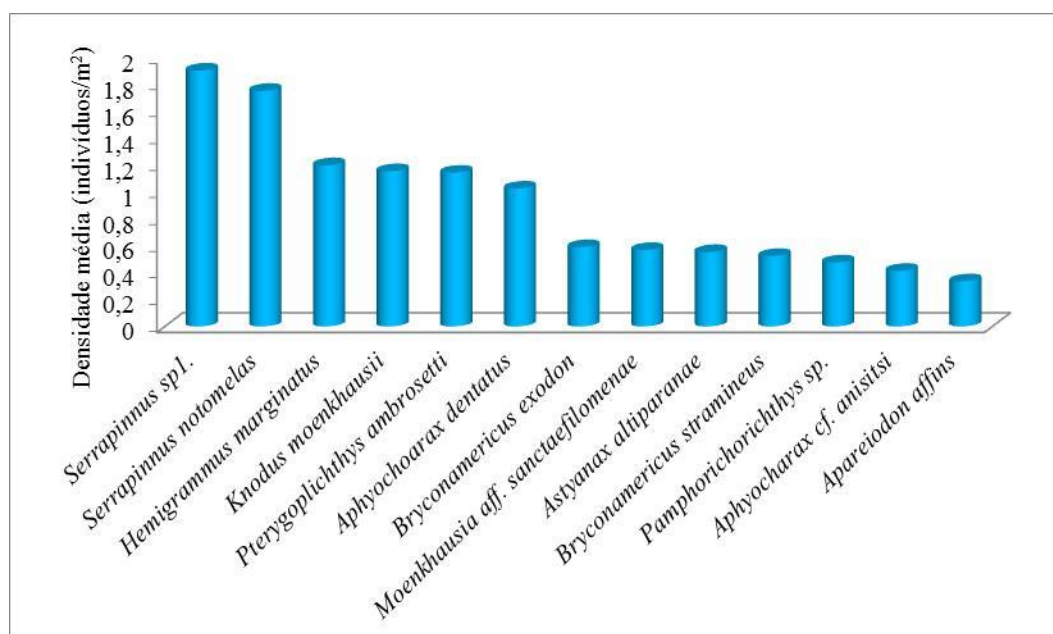
Nas lagoas dos rios Aguapeí, Verde e Pardo os táxons identificados pertenceram a seis ordens Characiformes (56%), Siluriformes (16%), Perciformes (15%), Gymnotiformes (6%), Cyprinodontiformes (5%) e Synbranchiformes (2%). A família Characidae foi responsável pelo maior número de táxons identificados (26), seguida pelos Cichlidae (9) (Tabela 10).

Sessenta e cinco táxons foram identificados ao longo das duas estações reprodutivas (Tabela 10). Nas lagoas dos rios Pardo (47), Verde (46) e Aguapeí (43) o número de táxons identificados foi semelhante (Tabela 10). Peixes de pequeno porte pertencentes a família Characidae (0,53 larvas/m<sup>2</sup>) foram os mais abundantes (Figura 22). Dentre as espécies de larvas identificadas verificamos a presença da espécie migradora de longa distância *Salminus brasiliensis*, presente apenas na etapa de 2013-2014 na lagoa do rio Verde (Tabela 10), no mês de outubro de 2013.



**Figura 22** – Densidade média das principais espécies de larvas de peixes amostrados nas lagoas dos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta.

Juvenis de *Serrapinnus* sp.1 (2,30 juvenis/adultos/m<sup>2</sup>) e *Serrapinnus notomelas* (2,16 juvenis/adultos/m<sup>2</sup>) apresentaram maiores densidades (Figura 23). *Serrapinnus notomelas* ocorreu nas duas estações reprodutivas e em todas as lagoas amostradas, enquanto que, *Serrapinnus* sp.1 ocorreu nas duas estações reprodutivas, porém não esteve presente no lagoa do rio Verde (Tabela 10).



**Figura 23** – Densidade média das principais espécies de juvenis/adultos de peixes amostrados nas lagoas dos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta.

Quanto à estratégia reprodutiva das espécies encontradas nas lagoas, constatamos o predomínio das espécies não migradoras e que não cuidam da prole (NSC) totalizando 56%, as que cuidam da prole (NCC) foram responsáveis por 27%. As demais estratégias (MIG, NFIE e NSC/MIG) juntas representaram 10%. As que não apresentam informação na literatura compreenderam 7% (Tabela 10).

**Tabela 10** – Grupo taxonômico de larvas (L) e juvenis/adultos (J/A) de peixes amostrados nas lagoas dos rios Aguapeí (RAG), Verde (RV) e Pardo (RP) durante as duas estações reprodutivas (outubro 2012 a maio de 2013 e de agosto 2013 a maio 2014). Espécies migradoras de longa distância estão destacadas em vermelho. Enquadramento taxonômico segundo Reis *et al.* (2003) e Graça e Pavanelli (2007). Estratégias Reprodutivas (E.R) de acordo com Suzuki *et al.* (2005) e Agostinho *et al.* (2007), NSC= Não migrador sem cuidado parental, NCC= Não migrador com cuidado parental, NFIE= Não migrador com fecundação interna e desenvolvimento externo, NFII= Não migrador com fecundação interna e desenvolvimento interno, MIG= migradoras de longa distância, (SSC/MIG) = Não migrador sem cuidado parental ou migradoras de longa distância e NC= não identificadas.

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	RAG	RV	RP	E.R	2012-2013	2013-2014
<b>CHARACIFORMES</b>		L	L	L e J/A		X	X
<b>Parodontidae</b>							
<i>Apareiodon affinis</i>	Canivete	L		L e J/A	NSC	X	X
<b>Curimatidae</b>							
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Saguiuru	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<b>Anostomidae</b>		L	L			X	X
<i>Leporinus friderici</i>	Piau-três-pintas	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Leporinus</i> spp.			L	L	NSC/MIG	X	X
<b>Crenuchidae</b>							
<i>Characidium aff. zebra</i>	Charutinho	J/A	L e J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Characidium</i> spp.			L		NSC	X	
<b>Characidae</b>		L e J/A	L e J/A	L e J/A		X	X
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari-do-rabo-amarelo	J/A	L e J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Astyanax</i> spp.	Lambari		L	J/A	NSC	X	X
<i>Bryconamericus exodon</i>	Lambarizinho	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Lambarizinho	J/A	L e J/A	L e J/A	NSC	X	X
<i>Bryconamericus</i> spp.	Lambarizinho	L e J/A	L	L	NSC	X	X



Continuação tabela 10

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	RAG	RV	RP	E.R	2012-2013	2013-2014
<i>Hemigrammus marginatus</i>	Lambarizinho	J/A	L e J/A	L e J/A	NSC	X	X
<i>Hyphessobrycon eques</i>	Mato-grosso	L e J/A	L e J/A	L e J/A	NSC	X	X
<i>Hyphessobrycon sp.</i>	Mato-grosso			J/A	NSC		X
<i>Knodus moenkhausii</i>	Lambarizinho	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Moenkhausia aff. intermedia</i>	Lambari		L e J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Moenkhausia aff. sanctaefilomenae</i>	Lambari-do-olho-vermelho	J/A	L e J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado		L		MIG		X
<i>Piabina argentea</i>	Piaba			J/A	NSC	X	
<i>Metynnias maculatus</i>	Pacu-cd		J/A		NSC	X	
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piranha		L	L	NCC	X	
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piranha	L e J/A			NCC	X	X
<i>Serrasalmus spp.</i>	Piranha	L e J/A	L	L	NCC	X	X
<i>Aphyocharax cf. anisitsi</i>	Piquira	J/A	L e J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Aphyocharax dentatus</i>	Piquira	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Aphyocharax spp.</i>	Piquira	L	L	L e J/A	NSC	X	X
<i>Roeboides descavadensis</i>	Dentudo	L e J/A	L e J/A	L e J/A	NSC	X	X
<i>Serrapinnus notomelas</i>	Piabinha	J/A	L e J/A	L e J/A	NSC	X	X
<i>Serrapinnus sp.2</i>	Piabinha	J/A					X
<i>Serrapinnus sp.1</i>	Piabinha	J/A		J/A	NSC	X	X
<i>Serrapinnus spp.</i>	Piabinha	L e J/A	L e J/A		NSC	X	X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 10

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	RAG	RV	RP	E.R	2012-2013	2013-2014
<b>Acestrorhynchidae</b>							
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Peixe-cachorro		J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Acestrorhynchus</i> spp.	Peixe-cachorro		L		NSC	X	
<b>Erythrinidae</b>							
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>	Traíra	L e J/A	L e J/A	L e J/A	NCC	X	X
<b>SILURIFORMES</b>							
<b>Trichomycteridae</b>							
<i>Paravandellia oxyptera</i>	Candiru, candiru vampiro		J/A		NC		X
<b>Callichthyidae</b>							
		L				X	
<b>Loricariidae</b>							
		L				X	X
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Cascudo-chinelo	L e J/A			NCC	X	X
<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>	Cascudo-pintado	J/A	J/A	J/A	NCC	X	X
<b>Heptapteridae</b>							
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	Mandi-chorão	J/A			NSC	X	
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá		L e J/A	J/A	NSC	X	X
<b>Doradidae</b>							
			L				X
<b>Auchenipteridae</b>							
<i>Ageneiosus inermis</i>	Palmito			L	NFIE	X	
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	Cangati		L		NFIE	X	X
<i>Tatia neivai</i>	Bocudinho		J/A	L e J/A	NFIE	X	X
<b>GYMNOTIFORMES</b>							
<b>Gymnotidae</b>							
<i>Gymnotus paraguensis</i>	Morenita	J/A			NCC	X	
<i>Gymnotus</i> spp.			J/A	L	NCC	X	

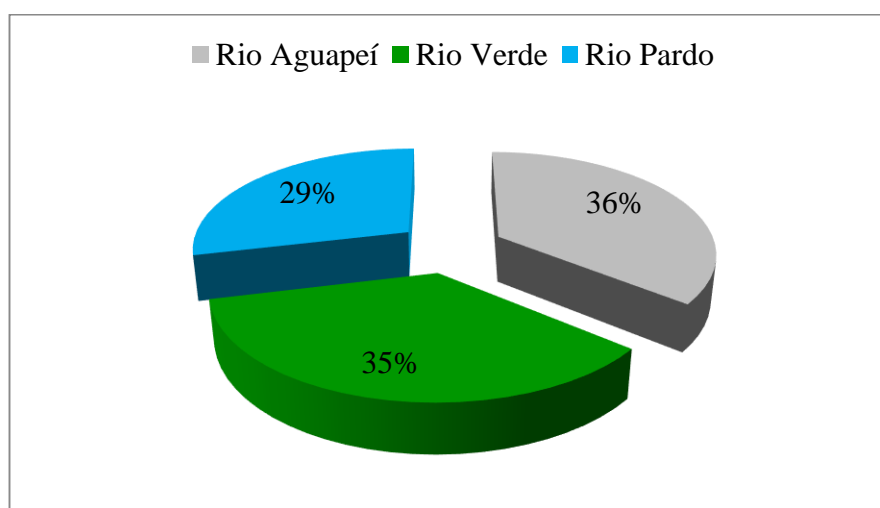
“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 10

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	RAG	RV	RP	E.R	2012-2013	2013-2014
<b>Sternopygidae</b>							
<i>Eigenmannia trilineata</i>	Espadinha	J/A	J/A	J/A	NSC	X	X
<i>Eigenmannia virescens</i>	Espadinha		J/A		NSC	X	
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>							
<b>Rivulidae</b>							
<b>Poeciliidae</b>							
<i>Pamphorichthys</i> sp.	Guaru	L e J/A	J/A	J/A	NC	X	X
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>							
<b>Synbranchidae</b>							
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Pirambóia	J/A		J/A	NC	X	X
<b>PERCIFORMES</b>							
<b>Cichlidae</b>							
<i>Cichla piquiti</i>	Tucunaré-azul	L	L	L e J/A		X	X
<i>Cichla piquiti</i>	Tucunaré-azul			J/A	NCC	X	
<i>Apistogramma</i> spp.		J/A	J/A	L, J/A	NCC	X	X
<i>Cichlasoma paranaense</i>	Cará	J/A			NCC	X	
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	J/A		J/A	NCC	X	
<i>Geophagus</i> spp.				J/A	NCC	X	
<i>Laetacara</i> sp.	Carazinho	J/A	J/A	J/A	NC	X	X
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Cará	J/A	J/A	L e J/A	NCC	X	X
<i>Bujurquina vittata</i>	Cará, acará	J/A	J/A		NCC		X
<b>Outros</b>							
Danificadas		L e J/A	L	L e J/A		X	

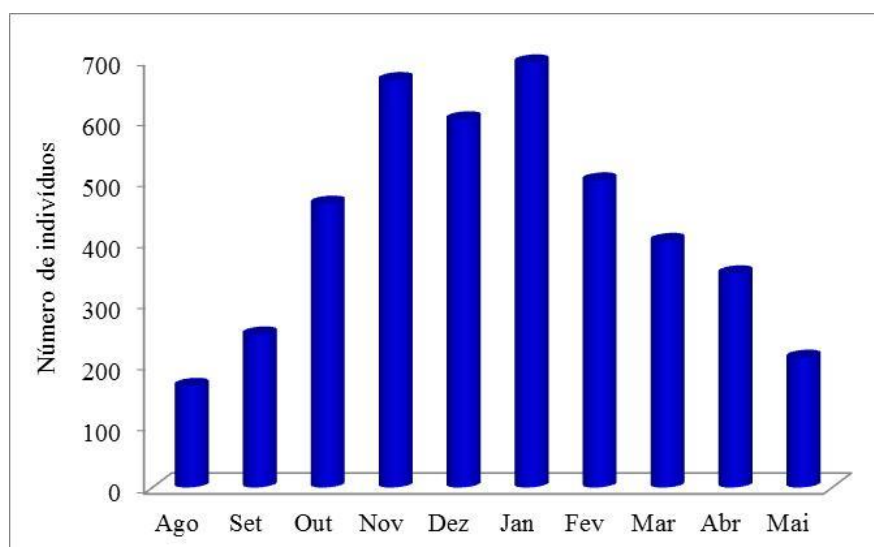
### 6.3 Recrutamento

Ao longo do período de estudo foram realizadas 18 coletas que resultaram na amostragem de 4.310 peixes, destes 36% foram coletados no rio Aguapeí, 35% no rio Verde e 29% no rio Pardo (Figura 24). A maior parte (2.693) dos peixes foi encontrada nas lagoas, ao passo que no ponto localizado no rio foram capturados apenas 1.617 indivíduos. Em relação às estações reprodutivas verificamos que a maior abundância de peixes foi constatada em 2013-2014 com 2.388 peixes, entretanto cabe lembrar que nesta estação reprodutiva as amostragens começaram em agosto de 2013 com término em maio de 2014, ao contrário de 2012-2013 que tiveram início em outubro de 2012, com término no mesmo mês da estação reprodutiva anterior.



**Figura 24** - Frequência em porcentagem da captura de peixes amostrados nos rios Aguapeí, Verde e Pardo.

As maiores abundâncias de peixes ocorreram no mês de janeiro (695) e novembro (666), seguidos dos meses de dezembro (602) e fevereiro (502) (Figura 25). Nos meses de agosto (166), maio (212) e setembro (250) foram observadas as menores capturas (Figura 25).



**Figura 25** - Frequência em porcentagem da captura de peixes amostrados nos rios Aguapeí, Verde e Pardo.

Quanto à composição das espécies, verificamos peixes pertencentes a seis ordens e 23 famílias (Tabela 11). As ordens Characiformes (31 - 40%) e Siluriformes (29 - 38%) foram as mais representativas (Tabela 11). Dentre as famílias sobressaíram-se os Characidae (14 táxons), Anostomidae (9 táxons), Pimelodidae e Loricariidae (8 táxons cada) (Tabela 11).

De forma geral foram coletados setenta e sete táxons. Sendo as dez espécies mais abundantes: *Parauchenipterus galeatus* (767 indivíduos), *Trachydoras paraguayensis* (518 indivíduos), *Schizodon borellii* (405 indivíduos), *Hemiodus orthonops* (308 indivíduos), *Hoplias aff. malabaricus* (330 indivíduos), *Loricariichthys platymetopon* (294 indivíduos), *Leporinus friderici* (161 indivíduos), *Auchenipterus osteomystax* (151 indivíduos), *Acestrorhynchus lacustres* (147 indivíduos) e *Schizodon nasutus* (120 indivíduos) (Tabela 11). Estas espécies ocorreram em todos os tributários, bem como, em todas as estações reprodutivas (Tabela 11). Com exceção de *L. friderici* e *T. paraguayensis* todas as demais espécies citadas preponderam nas lagoas (Tabela 11).

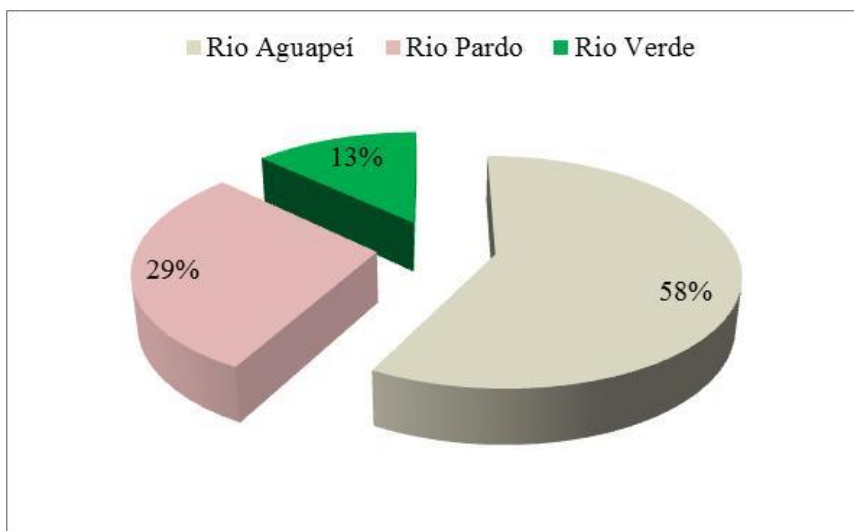
Mesmo estas espécies tendo ocorrido em todos os tributários constatamos que a abundância das mesmas difere entre eles, assim; *P. galeatus*, *T. paraguayensis* e *A. osteomystax* ocorreram principalmente no rio Aguapeí. *Schizodon borellii*, *H. orthonops*, *L. friderici*, *A. lacustres* e *S. nasutus* no rio Verde e *Hoplias aff. malabaricus* no rio Pardo (Tabela 11).

Cerca de, 43% das espécies ocorreram apenas na forma adulta, 26% apresentaram indivíduos tanto na forma de juvenil como de adulto e 5% somente como juvenil. Vinte e seis por cento não puderam ser diferenciados entre juvenil e adulto, em função de algumas espécies não apresentarem tamanho de primeira maturação descrito na literatura ou por não estarem íntegros devido a predação das espécies. A espécie que apresentou maior tamanho foi *Pseudoplatystoma corruscans* com 110 cm e o menor *Astyanax altiparanae* com 5,7 cm (Tabela 11).

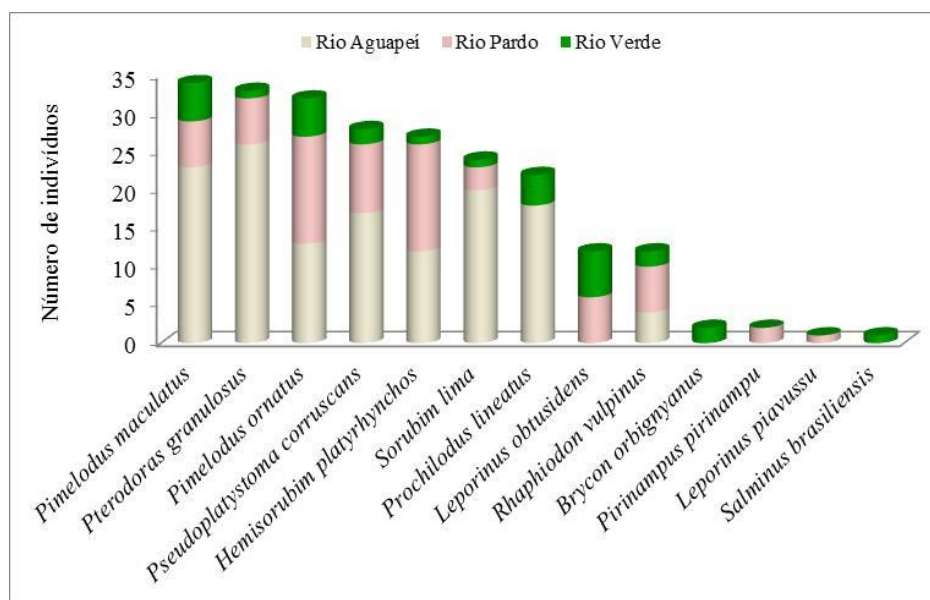
Dentre as espécies capturadas, houve predomínio das espécies não migradoras sem cuidado parental (36% NSC), seguida das não migradoras com cuidado parental (28% NCC) (Tabela 11). As espécies que realizam grandes migrações (MIG) compreenderam 15% (Tabela 1). As não migradoras com fecundação interna e desenvolvimento externo (NFIE) representaram 4%, já as não migradoras com cuidado parental/migrador de longa distância (NSC/MIG) 1% e não conhecidas (NC) 16% (Tabela 11).

As espécies migradoras de longa distância totalizaram 230 indivíduos e totalizaram 13 espécies: *Prochilodus lineatus*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piavussu*, *Salminus brasiliensis*, *Brycon orbignyianus*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Sorubim lima*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus ornatus*, *Pirirampus pirinampu* e *Pterodoras granulosus* (Tabela 11). A maior abundância das migradores de longa distância foi verificada no rio Aguapeí, seguida do rio Pardo e pelo rio Verde (Figura 26).

As cinco espécies migradoras de longas distâncias que apresentaram maiores abundâncias foram: *Pimelodus maculatus* (34), *Pterodoras granulosus* (33), *Pimelodus ornatus* (32), *Pseudoplatystoma corruscans* (28) e *Hemisorubim platyrhynchos* (27). Estas cinco espécies ocorreram em todos os tributários e principalmente no rio Aguapeí, com exceção apenas de *P. ornatus* e *H. platyrhynchos* que foram mais abundantes no rio Pardo (Figura 27). As espécies *P. pirinampu* e *L. piavussu*, *B. orbignyianus*, e *S. brasiliensis* foram exclusivas dos rios Pardo e Verde, respectivamente (Figura 27).

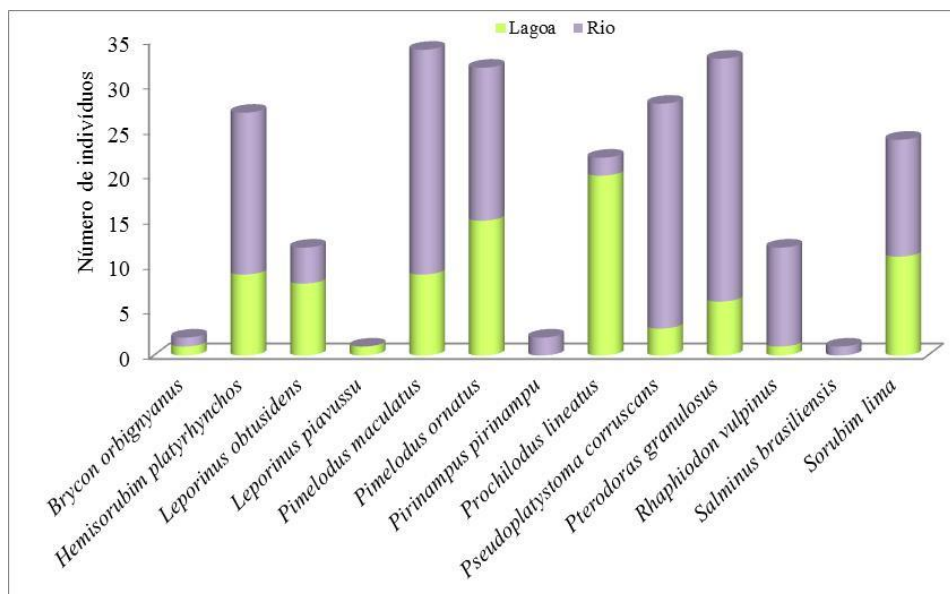


**Figura 26** - Frequência em porcentagem da captura das espécies migradoras de longas distâncias amostradas nos rios Aguapeí, Verde e Pardo.



**Figura 27** – Abundância (número de indivíduos) das espécies de peixes migradores de longa distância capturados no rio Aguapeí, Verde e Pardo.

De forma geral as espécies migradoras de longa distância foram mais abundantes no ponto localizado no rio (Figura 28). Entretanto, *L. obtusidens*, *L. piavussu* e *P. lineatus* foram mais abundantes na lagoa (Figura 28).



**Figura 28** – Abundância (número de indivíduos) das espécies de peixes migradores de longa distância capturados no ponto localizado na lagoa e no ponto localizado no rio (próximo à lagoa).

Dos 230 peixes migradores de longas distâncias, 82% eram adultos, 14% juvenil e 4% não foram classificados por ausência de informação na literatura quanto ao tamanho de primeira maturação gonadal. As espécies migradoras que apresentaram os menores tamanhos foram todas capturadas no rio Aguapeí, sendo elas: *Pterodoras granulosus* (9,5 cm) capturado em novembro de 2012, *Pimelodus maculatus* (12 cm) em abril de 2013 e *Prochilodus lineatus* (13,1 cm) em setembro de 2013 (Tabela 11).

As espécies migradoras de longas distâncias que apresentaram os maiores tamanhos foram *Pseudoplatystoma corruscans* (110 cm) coletado no rio Aguapeí em setembro de 2013 e *Rhaphiodon vulpinus* (70 cm) no rio Verde em fevereiro de 2013 (Tabela 11).

É importante mencionar a ocorrência da espécie alóctone *Hemiodus orthonops* (originária da bacia do rio Paraná-Paraguai), nos rios Verde, Aguapeí e Pardo, além da espécie exótica *Clarias gariepinus* no rio Aguapeí (Tabela 11). Quanto a *Hemiodus orthonops*, espécie que apresentou rápida dispersão no alto rio Paraná possivelmente com o funcionamento do Canal da Piracema, foram registrados indivíduos (total de 308 peixes) desde juvenis (imaturos) a adultos, e que vários estavam em reprodução (maduros e semi-esgotados) nos rios amostrados. Em relação à *Clarias gariepinus*, foram amostrados 09 indivíduos machos em maturação.



**Tabela 11** – Grupos taxonômicos de peixes capturados nas amostragens de recrutamento nos rios Aguapeí (RAG), Verde (RV) e Pardo (RP). Espécies migradoras de longa distância estão destacadas em vermelho. Enquadramento taxonômico segundo Reis *et al.* (2003) e Graça e Pavanelli (2007). Estratégias reprodutivas (E.R) segundo Suzuki *et al.* (2005) e Agostinho *et al.* (2007), NSC= Não migradoras sem cuidado parental, NCC= Não migradoras com cuidado parental, MIG= Migradoras de longa distância, NFIE= Não migradoras com fecundação interna e desenvolvimento externo, NSC/MIG= Não migradoras sem cuidado parental ou migradoras de longa distancia CT Máx= Comprimento total máximo e CT Mín= Comprimento total mínimo. Diferenciação em juvenis e adultos baseada no tamanho de primeira maturação das espécies, segundo Vazzoler *et al.* (1997) e Graça & Pavanelli (2007).

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	CT Máx	CT Mín	Estágio	RAG	RV	RP	2012 -2013	2013-2014
<b>MYLIOBATIFORMES</b>										
<b>Potamotrygonidae</b>										
<i>Potamotrygon cf. falkneri</i>	Arraia, raia	NCC	73	30	J, A	8	4	2	X	X
<i>Potamotrygon cf. motoro</i>	Arraia, raia	NCC	34,5		J	0	1	0		X
<b>CHARACIFORMES</b>										
<b>Curimatidae</b>										
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Saguiuru	NSC	13,8	8,5	A	1	13	88	X	X
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Curimata	NSC	12	10,1	A	1	4	1	X	X
<i>Steindachnerina spp.</i>	Saguiuru, curimata	NSC				0	0	2	X	
<b>Prochilodontidae</b>										
<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimba, curimbatá	MIG	36,5	13,1	J, A	18	4	0	X	X
<b>Anostomidae</b>										
<i>Leporellus vittatus</i>	Solteira, perna de moça	NSC	21,2		A	0	1	0		X
<i>Leporinus friderici</i>	Piau-três-pintas	NSC	41,5	10,3	J, A	2	96	63	X	X
<i>Leporinus lacustris</i>	Corro	NSC	22,8	12,4	A	4	5	5	X	X
<i>Leporinus obtusidens</i>	Piapara	MIG	27,8	18,5	J, A	0	6	6	X	X
<i>Leporinus piavussu</i>	Piau	MIG				0	0	1	X	
<i>Leporinus octofasciatus</i>	Piau, flamenguinho	SSC	18,5	10,6	NC	1	0	11	X	X
<i>Leporinus spp.</i>	Piau, piapara	NSC/MIG				1	2	3	X	X
<i>Schizodon borellii</i>	Piau-bosteiro	NSC	34,5	10,5	J, A	118	240	47	X	X
<i>Schizodon nasutus</i>	Ximborê, timborê	NSC	31,7	15,2	A	1	77	42	X	X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 11

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	CT Máx	CT Mín	Estágio	RAG	RV	RP	2012 -2013	2013-2014
<b>Hemiodontidae</b>										
<i>Hemiodus orthonops</i>	Bananinha	NSC	38,5	11,5	NC	3	242	63	X	X
<b>Characidae</b>										
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari-do-rabo-amarelo	NSC	28,5	5,7	A	11	63	5	X	X
<i>Astyanax</i> spp.	Lambari	NSC				0	1	0		X
<i>Hemigrammus marginatus</i>	Lambarizinho	NSC	12		J	0	0	1	X	
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>intermedia</i>	Lambari	NSC	8,8	7,5	A	2	77	11	X	X
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dourado	MIG	49,5		A	0	1	0	X	
<i>Brycon orbignyanus</i>	Piracanjuba, piracanjuba	MIG	26,5	23,1	J, A	0	2	0	X	
<i>Triportheus</i> spp.	Sardela, Sardinha	NSC				1	0	0		X
<i>Metynnis lippincottianus</i>	Pacu-cd	NSC			NC	0	6	4		X
<i>Metynnis maculatus</i>	Pacu-peva	NSC			NC	1	5	2	X	X
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piranha	NCC	27,4	7	J, A	16	9	8	X	X
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piranha	NCC	28,3	6	J, A	50	10	26	X	X
<i>Serrasalmus</i> spp.	Piranha	NCC				0	0	1	X	
<b>Characidae</b>										
<i>Galeocharax knerii</i>	Dentudo	NSC	24,5	12	A	6	3	9	X	X
<i>Roeboides descavadensis</i>	Dentudo, lambiá	NSC	11,6	6,7	A	8	57	15	X	X
<b>Ascestrorhynchidae</b>										
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Peixe-cachorro	NSC	26,4	12,1	A	19	98	30	X	X
<b>Cynodontidae</b>										
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Cachorro, dourado-facão	MIG	70	40,5	A	4	2	6	X	X
<b>Erythrinidae</b>										
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>	Traíra, lobó	NCC	43	11,8	J,A	75	117	138	X	X
<b>SILURIFORMES</b>										
<b>Clariidae</b>										
<i>Clarias gariepinus</i>	Bagre-africano	NSC	104	66,5	A	9	0	0	X	X
<b>Callichthyidae</b>										
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá, caborja	NCC	21,7	13,8	A	8	1	0	X	X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 11

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	CT Máx	CT Mín	Estágio	RAG	RV	RP	2012-2013	2013-2014
<b>Loricariidae</b>										
<i>Loricaria</i> sp.	Cascudo-chinelo, rapa-canoa	NCC	26,9	18,5	A	3	2	3		X
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Cascudo-chinelo, rapa-canoa	NCC	37	14,6	A	136	77	81	X	X
<i>Hypostomus cochliodon</i>	Cascudo	NCC	29	13,5	NC	8	5	29	X	X
<i>Hypostomus commersoni</i>	Cascudo, cascudo avião	NCC	21		NC	0	0	1	X	
<i>Hypostomus regani</i>	Cascudo	NCC	26,4	15,6	NC	0	0	9	X	X
<i>Hypostomus</i> cf. <i>strigaticeps</i>	Cascudo	NCC	9,6		NC	0	1	0		X
<i>Hypostomus</i> spp.	Cascudo	NCC				1	1	12	X	X
<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>	Cascudo-pintado, acari	NCC	41,8	18,3	J, A	27	0	0	X	X
<b>Heptapteridae</b>										
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	Bagre, mandi-chorão	NSC	20,6	13	NC	2	1	1	X	X
<i>Pimelodella gracilis</i>	Bagre, mandi-chorão	NSC	21,5	15	A	0	1	1	X	X
<i>Pimelodella</i> spp.	Bagre, mandi-chorão	NSC				0	1	0	X	
<b>Pimelodidae</b>										
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Jurupoca, jurupensém	MIG	40	23	J, A	12	1	14	X	X
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi-beiçudo, mandi-bicudo	NSC	26,5	14,5	A	1	3	14	X	X
<i>Megalonema platanum</i>	Bagre	NC			NC	2	6	2	X	X
<i>Pirinampus pirinampu</i>	Barbado	MIG	62	38,5	J, A	0	0	2	X	X
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi, mandi-amarelo	MIG	39	12	J, A	23	5	6	X	X
<i>Pimelodus ornatus</i>	Mandi-paraguaio	MIG	36,5	14,5	J, A	13	5	14	X	X
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Pintado	MIG	110	35	J, A	17	2	9	X	X
<i>Sorubim lima</i>	Bico-de-pato, surubim	MIG	60	27,8	A	20	1	3	X	X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 11

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	CT Máx	CT Mín	Estágio	RAG	RV	RP	2012-2013	2013-2014
<b>Doradidae</b>						1	0	1	X	X
<i>Oxydoras eigenmanni</i>	Armadinho, armado	NSC	11	8,9	NC	1	1	3	X	X
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armadão, armao, abotoado	MIG	52,4	9,2	J, A	26	1	6	X	X
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Armadão, abotoado	NSC	8,8		J	0	0	1	X	
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	Armadinho	NSC	14,5	7,3	A	260	121	137	X	X
<b>Auchenipteridae</b>										
<i>Ageneiosus inermis</i>	Palmito	SFIE	55,3	35	A	25	0	4	X	X
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Palmito	SFIE	38	14,1	J, A	82	13	56	X	X
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	Cangati, capatinho	SFIE	20,5	12,2	A	479	113	175	X	X
<b>GYMNOTIFORMES</b>										
<b>Gymnotidae</b>										
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	Morenita, tuvira	NCC	86		A	2	0	0		X
<i>Gymnotus sylvius</i>	Morenita, tuvira	NCC	73	18	A	5	0	0	X	X
<i>Gymnotus spp.</i>	Morenita, tuvira	NCC				0	0	1		X
<b>Sternopygidae</b>										
<i>Eigenmannia trilineata</i>	Espadinha	NSC	23,7	15	A	8	0	3	X	X
<i>Eigenmannia virescens</i>	Espadinha	NSC	26,1	19,8	A	5	0	1	X	X
<i>Sternopygus macrurus</i>	Ituí	NCC	36	28	NC	1	0	1		X
<b>Rhamphichthyidae</b>										
<i>Rhamphichthys hahni</i>	Tatu, espadão	NCC	82,2	40	A	13	0	3	X	X
<b>Apteronotidae</b>										
<i>Apteronotus spp.</i>	Ituí	NC	25		NC	0	2	0		X
<i>Porotergus ellisi</i>	Ituí	NC	22,2		NC	1	0	0		X

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 11

Grupos Taxonômicos	Nome Popular	E.R	CT Máx	CT Mín	Estágio	RAG	RV	RP	2012-2013	2013-2014
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>										
<b>Synbranchidae</b>										
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Pirambóia, muçum	NC	90,5		A	0	0	2	X	
<b>PERCIFORMES</b>										
<b>Sciaenidae</b>										
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Curvina, corvina	NSC	36,4	29	A	1	0	9	X	X
<b>Cichlidae</b>										
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	NCC	19,5	6,4	NC	0	1	12	X	X
<i>Geophagus cf. proximus</i>	Cará	NCC	13,8	7,2	NC	0	0	10	X	X
<i>Geophagus spp.</i>	Cará	NCC				0	1	2	X	X
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Cará, zoiúdo, porquinho	NCC	13	23,9	A	0	17	20	X	X

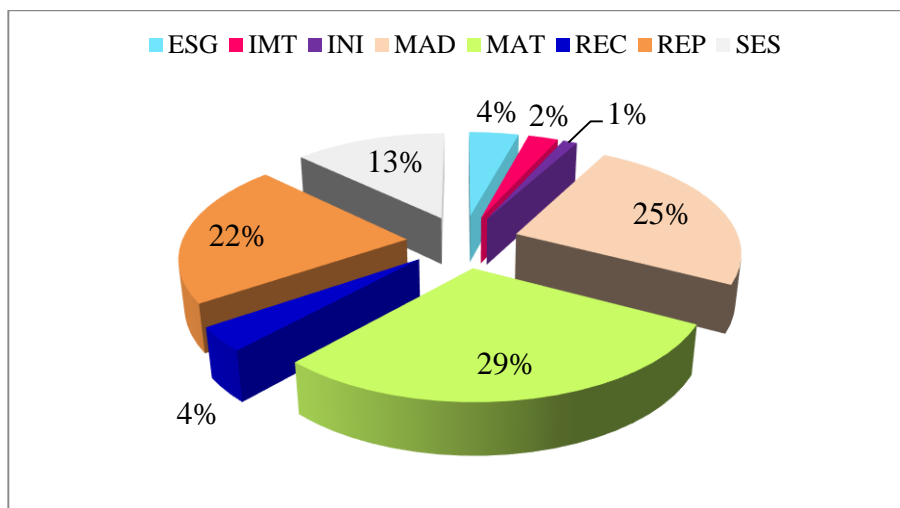
A análise de espécies indicadoras aplicada para as espécies migradoras de longas distâncias registradas no estudo de recrutamento, mostrou que *Sorubim lima*, *Pimelodus maculatus* e *Pterodoras granulosus* apresentam preferência pelo rio Aguapé (Tabela 12). As demais espécies migradoras de longa distância não apresentaram preferência por nenhum dos tributários (Tabela 12).

**Tabela 12** - Resultado da análise de Valor indicador (IndVal) das espécies migradoras de longa distâncias mostrando a abundância relativa, frequência relativa e o valor indicador dos táxons que apresentaram valores significativos para os locais de amostragem (RAG =Rio Aguapé; RV = Rio Verde e RP = Rio Pardo). Os valores em negrito indicam valor significativo ( $p < 0,05$ ) obtido através do teste de significância de Monte Carlo.

Espécies	Abundância Relativa			Frequência Relativa			IndVal			Valor de P
	RAG	RV	RP	RAG	RV	RP	RAG	RV	RP	
<i>Sorubim lima</i>	83	4	13	56	6	6	<b>46</b>	0	1	<b>0,001</b>
<i>Pimelodus maculatus</i>	68	15	18	67	22	28	<b>45</b>	3	5	<b>0,002</b>
<i>Pterodoras granulosus</i>	79	3	18	50	6	28	<b>39</b>	0	5	<b>0,004</b>
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	61	7	32	44	11	39	27	1	13	0,07
<i>Prochilodus lineatus</i>	82	18	0	28	17	0	23	3	0	0,082
<i>Pimelodus ornatus</i>	41	16	44	39	22	50	16	3	22	0,365
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	44	4	52	39	6	39	17	0	20	0,249
<i>Leporinus obtusidens</i>	0	50	50	0	22	28	0	11	14	0,332
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	33	17	50	22	11	28	7	2	14	0,507
<i>Pinirampus pirinampu</i>	0	0	100	0	0	11	0	0	11	0,316
<i>Leporinus piavussu</i>	0	0	100	0	0	6	0	0	6	1
<i>Brycon orbignyanus</i>	0	100	0	0	11	0	0	11	0	0,332
<i>Salminus brasiliensis</i>	0	100	0	0	6	0	0	6	0	1

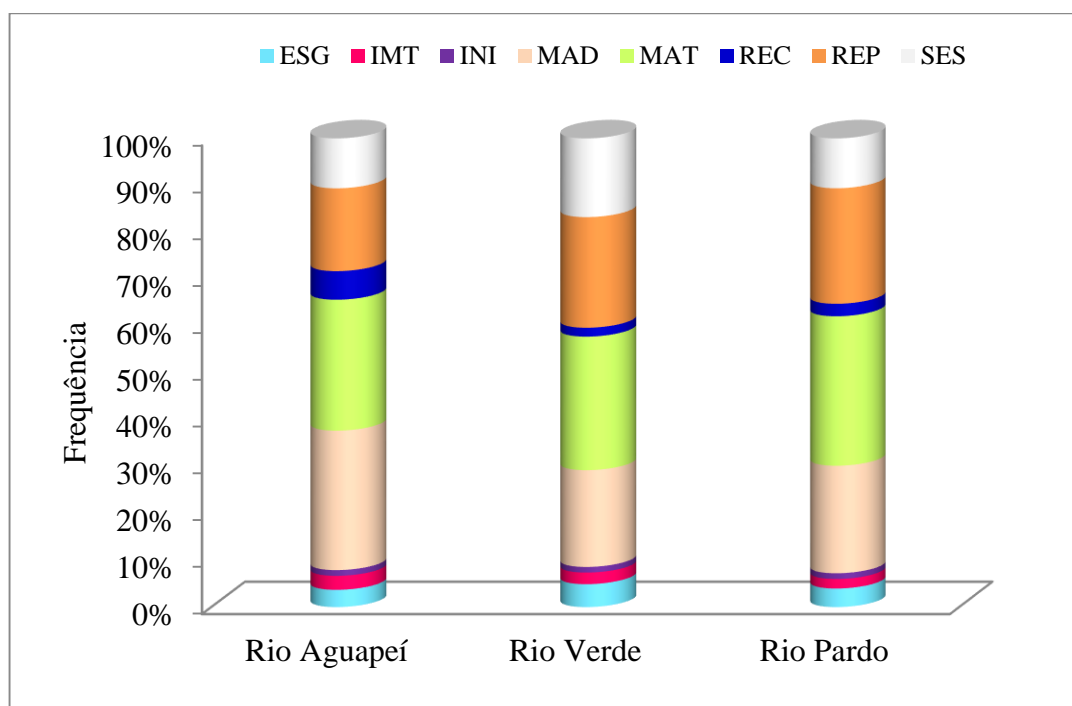
### 6.3.1 Atividade reprodutiva

A maioria das espécies analisadas macroscopicamente estava em maturação (MAT), representando 29% do total de peixes analisados. Os indivíduos maduros representaram (MAD) 25% e as que estavam em repouso (REP) somaram 22% (Figura 29).



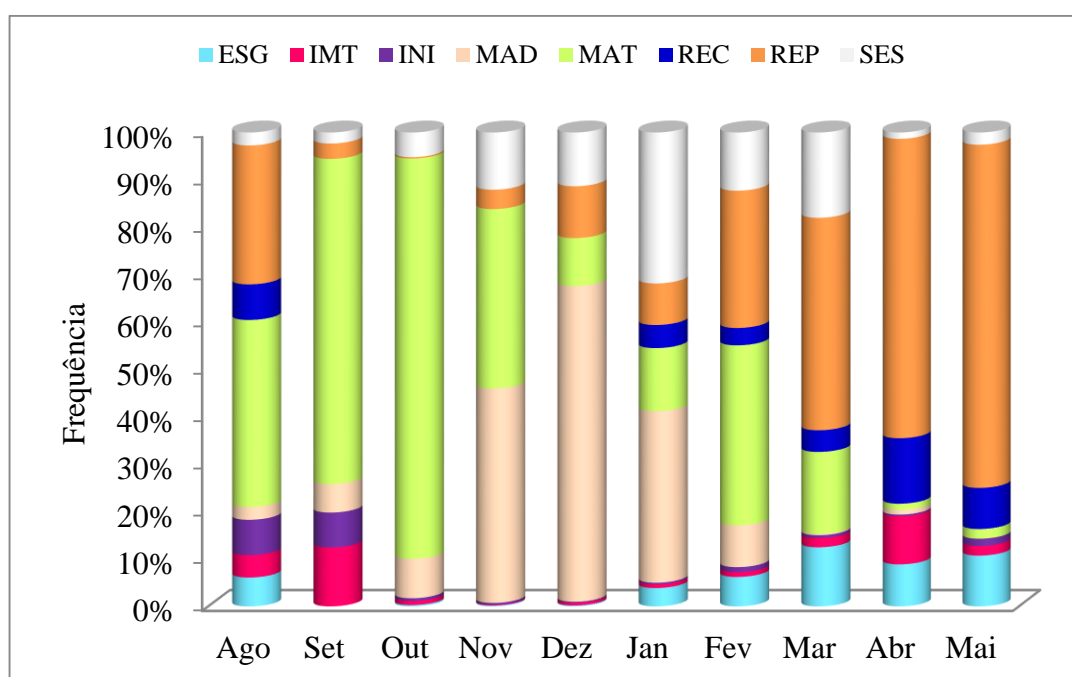
**Figura 29** - Frequência dos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal para os peixes capturados nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta. IMT=imaturo, INI=início de maturação, MAT=maturação, MAD=maduro, SES=semi - esgotado, ESG=esgotado, REC=recuperação e REP=repouso.

A maioria dos indivíduos maduros (388) foi evidenciada no rio Aguapeí (Figura 30). Já os em repouso (REP: 312), semi - esgotado (SES: 222) e esgotados (ESG: 65) foram verificadas no rio Verde (Figura 30).



**Figura 30** – Frequência dos estágios de desenvolvimento gonadal dos peixes capturados nos rios Aguapeí, Verde e Pardo, tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta. IMT=imaturo, INI=início de maturação, MAT=maturação, MAD=maduro, SES = semi-esgotado, ESG=esgotado, REC=recuperação e REP=repouso.

Em relação ao período reprodutivo das espécies, verificamos que as espécies analisadas apresentam período reprodutivo entre os meses de outubro a fevereiro, tendo em vista que nestes meses as espécies encontram-se maduras (MAD) e semi-esgotadas (SES) (Figura 31). Entre os meses de agosto a outubro a maior parte das espécies estava se preparando para a reprodução encontrando - se no estágio de maturação (MAT) (Figura 31). Durante os meses de novembro a janeiro predominaram indivíduos aptos à reprodução ou maduros (MAD) (Figura 31). Nos meses de março, abril e maio dominaram as espécies em repouso (REP) (Figura 31).

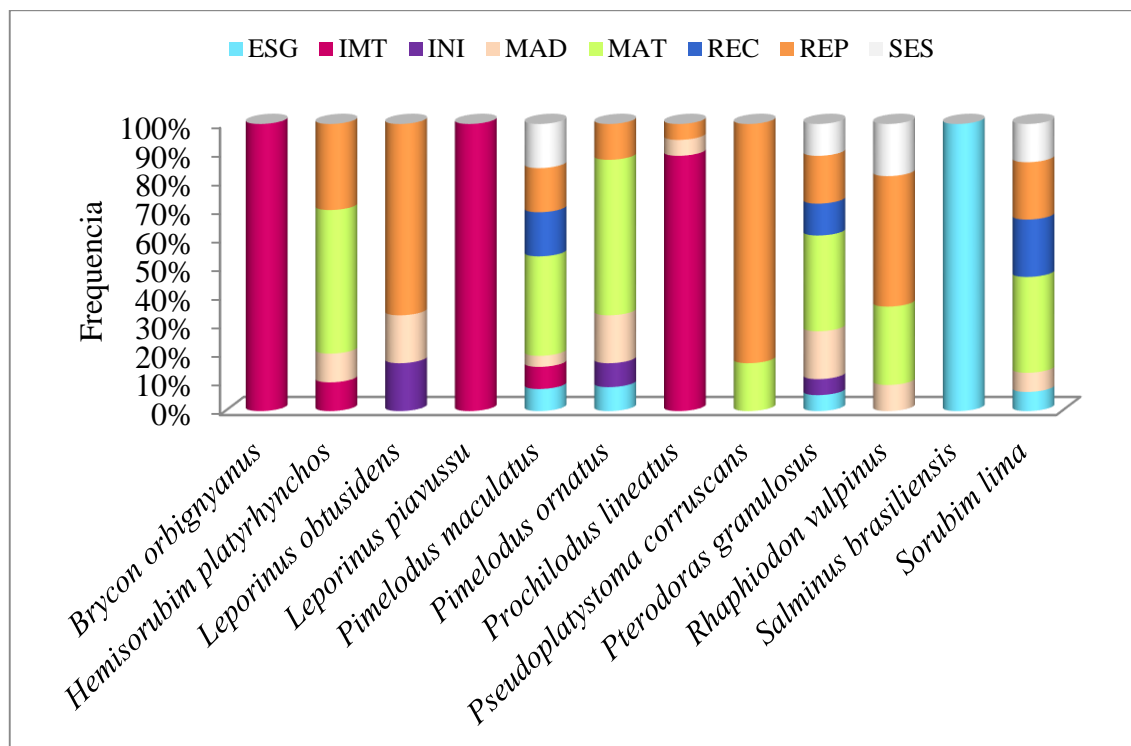


**Figura 31** - Frequência mensal dos estágios de desenvolvimento gonadal dos peixes capturados nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta. IMT=imaturo, INI=início de maturação, MAT=maturação, MAD=maduro, SES=Semi-esgotado, ESG=esgotado, REC=recuperação e REP=repouso.

Em relação às espécies migradoras de longa distância analisadas macroscopicamente, verificou-se que a maioria estava em maturação (MAT) (Figura 32). O maior número de indivíduos imaturos ou juvenis (16) foi verificado para a espécie *P. lineatus*. Quanto à *L. piavussu* e *B. orbignyanus* foram capturados somente juvenis dessas espécies. Já *H. platyrhynchos*, *P. ornatus*, *P. maculatus*, *S. lima* e *P. granulosus* encontravam-se principalmente no estágio de maturação (Figura 32). Exemplos de *P. corruscans* estiveram presentes apenas em repouso. *Leporinus obtusidens* e *R. vulpinus*



ocorreram em outros estágios, mas a maior parte dos indivíduos também estava em repouso. O exemplar de *Salminus brasiliensis* capturado estava esgotado (Figura 32).



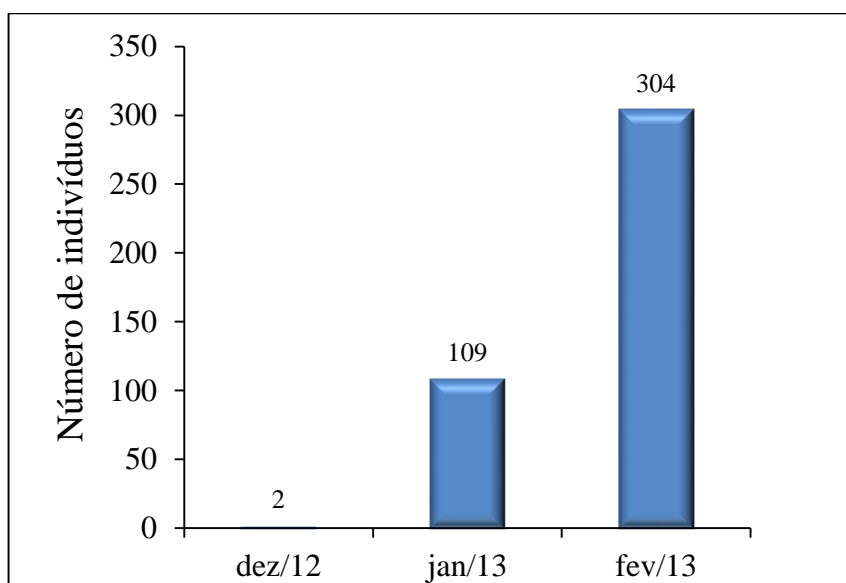
**Figura 32** - Frequência dos estágios de desenvolvimento gonadal das espécies de peixes migradoras de longa distância capturados nos tributários do reservatório da UHE Engenheiro Sergio Motta. IMT=imaturo, INI=início de maturação, MAT=maturação, MAD=maduro, SES =Semi - esgotado, ESG=esgotado, REC=recuperação e REP=repouso.

## 6.4. Monitoramento das estruturas de transposição

### 6.4.1 Monitoramento do elevador para peixes

#### 6.4.1.1 Primeiro período reprodutivo (2012/2013)

Durante a primeira etapa de transposição (dezembro de 2012 a fevereiro de 2013) foram realizadas 45 elevações, totalizando transposições de 415 peixes (desconsiderando lambaris) (Figura 33). Nesse período, foram transpostos cerca de 33 espécies de peixes, distribuídas em 5 ordens (Characiformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Myliobatiformes e Siluriformes) e 26 gêneros. Deste total, 11 espécies são consideradas migradoras de longas distâncias e quatro espécies não nativas da bacia do Rio Paraná.



**Figura 33** – Número de peixes transpostos pelo elevador para peixe no período reprodutivo 2012/2013.

Dentre as espécies migradoras transpostas pelo elevador para peixes, a mais abundante foi *Pterodoras granulosus* (Armado), com 108 indivíduos transpostos, seguido por *Rhaphiodon vulpinus* (Dourado-facão) com 93 indivíduos, *Sorubim lima* (Surubim) com 48 indivíduos, *Prochilodus lineatus* (Curimba) com 35 indivíduos, *Salminus brasiliensis* (Dourado) com 05 indivíduos, *Leporinus obtusidens* (Piapara) com 03 indivíduos, *Pimelodus ornatus* (Mandi paraguaio) e *Pimelodus maculatus* (Mandi-amarelo) com 01 indivíduo cada, *Leporinus piavussu* (Piavussu), *Brycon hilarii* (Piraputanga) com 01 indivíduo e *Zungaro jahu* (Jaú) com 01 indivíduo (Tabela 13).

O maior número de peixes transpostos foi no mês de fevereiro de 2013, com 309 peixes, seguido por janeiro de 2013, com 113 peixes e dezembro de 2012 com apenas 02 peixes transpostos (Tabela 13). O baixo número de peixes transpostos no mês de dezembro/2012 pode ser justificado pelas poucas elevações realizadas, pois iniciaram no dia 18 de dezembro, e neste mês, várias elevações não puderam ser efetuadas, devido a problemas mecânicos no elevador para peixes.

Com respeito aos períodos, a maior quantidade de peixes transpostos ocorreu no período noturno (345), seguido do período matutino (41), com menores transposições observadas no período vespertino (29) (Tabela 13).

**Tabela 13** - Espécies transpostas pelo elevador para peixes em seus respectivos meses e períodos: manhã (M) tarde (T) e noite (N). O (#) indica espécie não contada e presença de vários indivíduos. Os números representam a quantidade de peixes transpostos e números em negrito representam os totais.

Espécies	Dezembro/2012			Janeiro/2013			Fevereiro/2013			Total por Período			Total por Espécie
	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	
<b>CHARACIFORMES</b>													
<i>Astyanax altiparanae</i>					3		1			1	3		4
<i>Brycon hilarii</i>				1						1			1
<i>Bryconamericus exodon</i>				#						#			#
<i>Hemigramus marginatus</i>				#	#					#	#		#
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>		1		6	3	10	5	2	7	11	6	17	34
<i>Prochilodus lineatus</i>		1		1	4	13	3	3	10	4	8	23	35
<i>Leporinus obtusidens</i>							1			1			1
<i>Leporinus friderici</i>						6	1	3	3	1	3	9	13
<i>Leporinus piavussu</i>							1			1			1
<i>Leporinus octofasciatus</i>							1		5	1		5	6
<i>Salminus brasiliensis</i>				3	1	1				3	1	1	5
<i>Serrasalmus maculatus</i>				1		5	1			2		5	7
<i>Serrasalmus marginatus</i>						6			5			11	11
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>									93			93	93
<i>Roeboides paranensis</i>							#	#	#	#	#	#	#
<b>PERCIFORMES</b>													
<i>Cichla kelberi</i>				1	1	1				1	1	1	3
<i>Cichla piquiti</i>						2						2	2
<i>Crenicichla spp.</i>				1							1		1

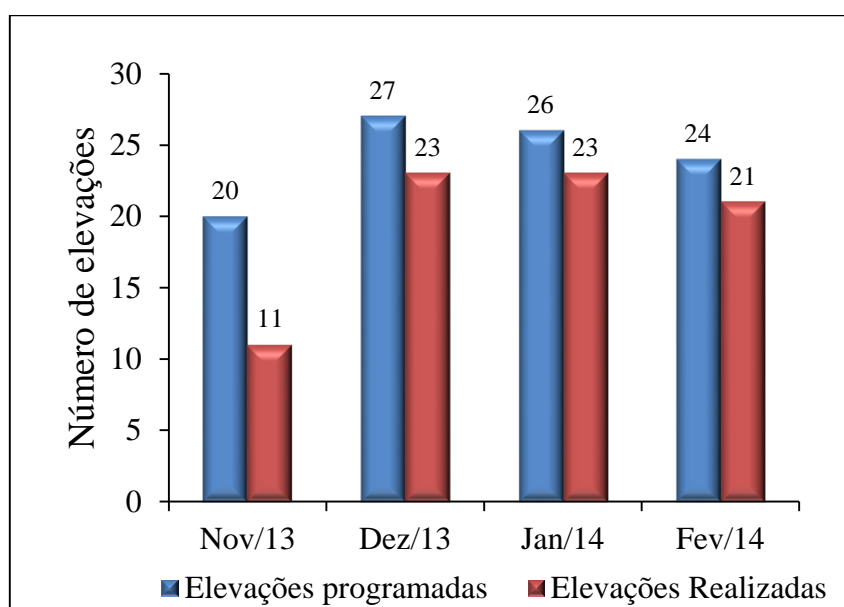
“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

Continuação Tabela 13

Espécies	Dezembro/2012			Janeiro/2013			Fevereiro/2013			Total por Período			Total por espécie
	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	
<i>Geophagus cf. proximus</i>							4			4			4
<i>Geophagus brasiliensis</i>				1		1			1	1		2	3
<i>Satanoperca pappaterra</i>						1						1	1
<b>PLEURONECTIFORMES</b>													
<i>Catathyridium jenynsii</i>				1				2	1	1	2	1	4
<b>MYLIOBATIFORMES</b>													
<i>Potamotrygon falkneri</i>						1						1	1
<b>SILURIFORMES</b>													
<i>Hypostomus spp.</i>				1		5		1	2	1	1	7	9
<i>Megalancistrus parananus</i>							1			1			1
<i>Parauchenipterus galeatus</i>								1	1		1	1	2
<i>Pimelodella spp.</i>							5	1	5	5	1	5	11
<i>Pimelodus maculatus</i>									1			1	1
<i>Pimelodus ornatus</i>									3			3	3
<i>Pterodoras granulosus</i>						23			85			108	108
<i>Pterygoplichthys ambrosetti</i>					1						1		1
<i>Sorubim lima</i>						3	1		44	1		47	48
<i>Zungaro jahu</i>						1						1	1
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>79</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>266</b>	<b>41</b>	<b>29</b>	<b>345</b>	<b>415</b>

#### 6.4.1.2 Segundo período reprodutivo (2013/2014)

No período de piracema 2013/2014 estavam programadas 97 elevações, no entanto, foram executadas somente 78, destas apenas 49 foram registrados peixes, sendo que em 29 manobras não ocorreram peixes. Durante o mês de novembro/2013, das 20 manobras de elevação programadas, apenas 11 foram efetuadas. Já o mês de dezembro/2013, das 27 manobras de elevação programadas 23 foram efetuadas, enquanto no mês de janeiro, das 27 manobras de elevação programadas, 23 foram efetuadas. No mês de fevereiro/2014 foram programadas 24 elevações e executadas 21 (Figura 34). A não execução das manobras programadas foi proporcionada por diversos problemas mecânicos e operacionais, os quais inviabilizaram a execução das manobras de elevação.

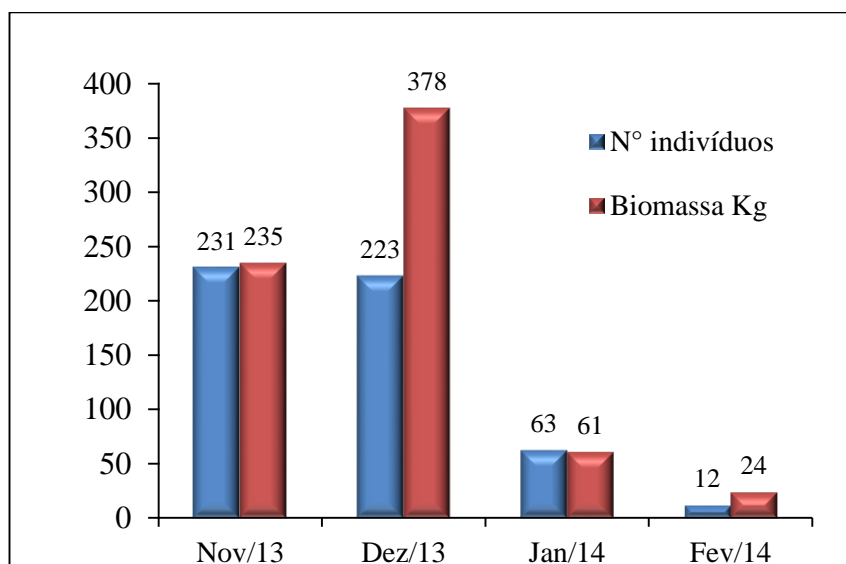


**Figura 34** - Elevações programadas e efetuadas para o segundo período reprodutivo.

Nos quatro meses de período reprodutivo de 2013/2014 foram registrados a presença de 540 peixes de 18 espécies distribuídas em 16 gêneros e quatro ordens. Destas, apenas seis espécies são consideradas migradoras de longa distância (*Leporinus obtusidens*, *Prochilodus lineatus*, *Pterodoras granulosus*, *Pseudoplatystoma coruscans*, *Salminus brasiliensis* e *Sorubim lima*). O período noturno foi registrado o maior número de peixes no elevador (Tabela 14).

Foram registrados 540 peixes, que corresponderam a uma biomassa de 698Kg. Dentre as 11 elevações efetuadas em novembro/2013, duas não houve registros de peixes na

caçamba do elevador, ocorrendo peixes em nove manobras de elevação, que totalizam uma biomassa estimada de 235 kg constituída por 231 peixes (Figura 35), que correspondeu a 14 espécies, as quais, apenas cinco são migradoras de longas distâncias. Essas representadas pelas espécies: *Leporinus obtusidens*, *Prochilodus lineatus*, *Pterodoras granulosus*, *Salminus brasiliensis* e *Sorubim lima* (Tabela 14). Em dezembro/2013 foram 23 elevações efetuadas, em seis não havia peixes na caçamba do elevador, ocorrendo peixes em 17 manobras de elevação, que totalizaram biomassa de 378,5 kg (Figura 35), constituída por 223 peixes representados por nove espécies, as quais, apenas três são migradoras de longas distâncias (*Prochilodus lineatus*, *Pterodoras granulosus*, *Salminus brasiliensis*) (Tabela 14). Já em janeiro/2014 entre as 23 elevações efetuadas nove não houve registro de peixes na caçamba do elevador, ocorrendo peixes em 14 manobras de elevação, com biomassa de 61 kg, representados por 63 peixes de 14 espécies, as quais, apenas quatro são migradoras de longas distâncias, representadas pelas espécies: *Pterodoras granulosus*, *Salminus brasiliensis*, *Sorubim lima* e *Pseudoplatystoma corruscans* (Tabela 14). Enquanto em fevereiro/2014, das 21 elevações efetuadas, 12 não houve registros de peixes na caçamba do elevador, ocorrendo peixes em apenas nove manobras de elevação com biomassa de 24 kg (Figura 35) constituída por 12 peixes de três espécies migradoras de longas distâncias, *Prochilodus lineatus*, *Pterodoras granulosus* e *Salminus brasiliensis* (Tabela 14).



**Figura 35** – Número de indivíduos registrados no elevador para peixes e sua respectiva biomassa em quilos durante os meses de piracema.

“Monitoramento do ictioplâncton na escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta e em tributários do reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição” - Relatório Final (2012-2014)

**Tabela 14** - Espécies transpostas pelo elevador para peixes em seus respectivos meses e períodos: manhã (M) tarde (T) e noite (N). O (#) indica espécie não contada e presença de vários indivíduos. Os números representam a quantidade de peixes transpostos e valores em negrito representam os totais.

Espécie	Novembro/2013			Dezembro/2013			Janeiro/2014			Fevereiro/2014			Total por período			Total por espécie
	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	
<b>CHARACIFORMES</b>																
<i>Astyanax altiparanae</i>		66	10		8			16					<b>0</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
<i>Hemigramus marginatus</i>								#								#
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>			1			1	3	2	3				<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<i>Prochilodus lineatus</i>		2	7	8	5	9				2	1		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>34</b>
<i>Leporinus obtusidens</i>			1												<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Leporinus friderici</i>	1		5			3	1						<b>2</b>		<b>8</b>	<b>10</b>
<i>Metynnis spp.</i>							1									<b>1</b>
<i>Salminus brasiliensis</i>	1		2	1		3		1	1		1		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<i>Serrasalmus maculatus</i>		3	6			3								<b>3</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<i>Roeboides paranensis</i>			15												<b>15</b>	<b>15</b>
<b>PERCIFORMES</b>																
<i>Cichla kelberi</i>								1						<b>1</b>		<b>1</b>
<i>Cichla piquiti</i>		1			1		3	1					<b>3</b>	<b>3</b>		<b>6</b>
<b>MYLIOBATIFORMES</b>																
<i>Potamotrygon motoro</i>			1												<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SILURIFORMES</b>																
<i>Hypostomus spp.</i>			1	1			2		2				<b>3</b>		<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Megalancistrus parananus</i>		1												<b>1</b>		<b>1</b>
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>									1							<b>1</b>
<i>Pterodoras granulosus</i>	3		117	24	2	153	14		8	5	3		<b>46</b>	<b>5</b>	<b>278</b>	<b>329</b>
<i>Sorubim lima</i>		1					1						<b>1</b>	<b>1</b>		<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>74</b>	<b>166</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>172</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>68</b>	<b>117</b>	<b>353</b>	<b>540</b>

## 6.4.2 Monitoramento da escada para peixes

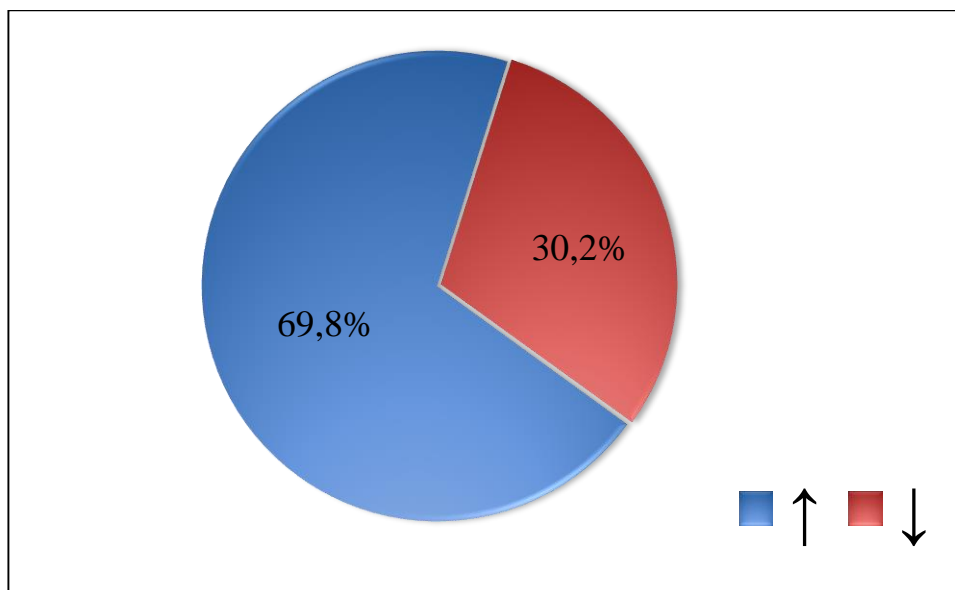
Durante o período de monitoramento (dezembro/2012 a agosto/2014) foram registrados 341 peixes dos 1.336 peixes marcados com PIT-tags e liberados nos locais pré estabelecidos (Tabela 1) a jusante e montante da escada para peixes. No entanto, desses 341, apenas 276 completaram a transposição, ou seja, 65 peixes foram registrados pelas antenas iniciais e logo em seguida saíram da escada para peixes, o que não configurou uma transposição. Alguns indivíduos realizaram a movimentação descendente e ascendente (Tabela 15). A espécie com maior número de movimentos foi *Prochilodus lineatus* seguido de *Leporinus obtusidens*. A espécie *Rhinelepis aspera*, mesmo que não tenha sido realizado marcações nesta etapa, a mesma foi registrada na escada para peixes.

**Tabela 15** – Quantidade de peixes e respectivos sentidos dos movimentos por espécie na escada para peixes. Setas para cima (↑) indicam movimentos ascendentes, setas para baixo (↓) indicam movimentos descendentes. Colunas com múltiplas setas indicam quantas vezes o peixe passou pela escada e o respectivo sentido. A sigla NT representa peixes que foram detectados nas antenas iniciais, mas não completaram a transposição.

Espécies	NT	↑	↑↓	↑↓↑↓	↑↓↑	↓	↓↑	↓↑↓	Total
<i>Brycon orbignyanus</i>		2							2
<i>Leporinus friderici</i>		1							1
<i>Leporinus obtusidens</i>	4	17	2		1	20	2		46
<i>Prochilodus lineatus</i>	33	129	28	1	2	33	6	1	233
<i>Pseudoplatystoa corruscans</i>		1							1
<i>Pterodoras granulosus</i>	14	9							23
<i>Rhinelepis aspera</i>	12	18							30
<i>Salminus brasiliensis</i>	1	2							3
<i>Leporinus piavussu</i>	1	1							2
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>171</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>53</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>341</b>

Alguns dos 276 peixes realizaram transposições por mais de uma vez, totalizando assim, 325 movimentações na escada para peixes, sendo 227 (69,8%) ascendentes e 98 (30,2%) descendentes (Figura 36).





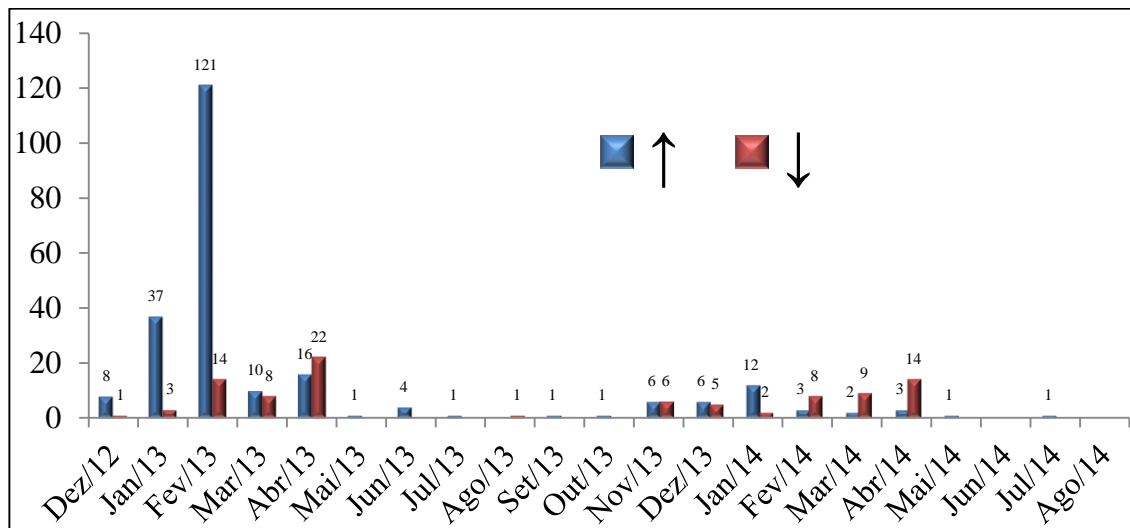
**Figura 36** - Percentual de movimentos ascendentes (↑) e descendentes (↓) em relação a todos os movimentos registrados na escada para peixes.

A distribuição temporal dos movimentos de peixes marcados com PIT-tags na escada para peixe durante o monitoramento (dezembro/2012 a setembro/2014) demonstra que as ocorrências de passagem foram registradas nos meses do período reprodutivo, entre os meses de novembro e fevereiro.

Fevereiro de 2013 foi o mês com maior registros de movimentos ascendentes, com 121 movimentações, seguido por janeiro/2013, com 37 movimentações ascendentes, abril/2013 foi registrado 16 movimentos, março/2013 dez movimentos, dezembro/2012 oito, julho e novembro/2013 foi registrado quatro movimentos, abril/2014 três movimentos, fevereiro e março de 2014 dois movimentos ascendentes em cada mês, e apenas um único movimentos ascendente registrado nos meses de maio, julho, setembro e outubro de 2013 e maio e junho de 2014 (Figura 37). Enquanto que nos meses de agosto e dezembro de 2013 e junho, agosto e setembro de 2014 não houve registros de movimentos ascendentes de peixes marcados (Figura 37).

Para as movimentações descendentes, o mês de abril de 2013 foi registrado o maior número de movimentações descendentes com 22 movimentações, seguido por fevereiro/2013 e abril/2014 com 16 movimentações, janeiro/2014 com dez, março/2014 nove, fevereiro/2014 oito, novembro/2013 seis, dezembro/2013 dois, enquanto que apenas um único registro de movimentação descendente foi efetuado para os meses de janeiro e agosto de 2013. Nos meses de maio, junho, julho, setembro e outubro de 2013, junho, agosto

e setembro de 2014 não foram registrados movimentos descendentes (Figura 37). Nos meses de junho e agosto de 2014 não foi registrado nenhum movimento ascendente ou descendente de transposição na escada para peixes (Figura 37).

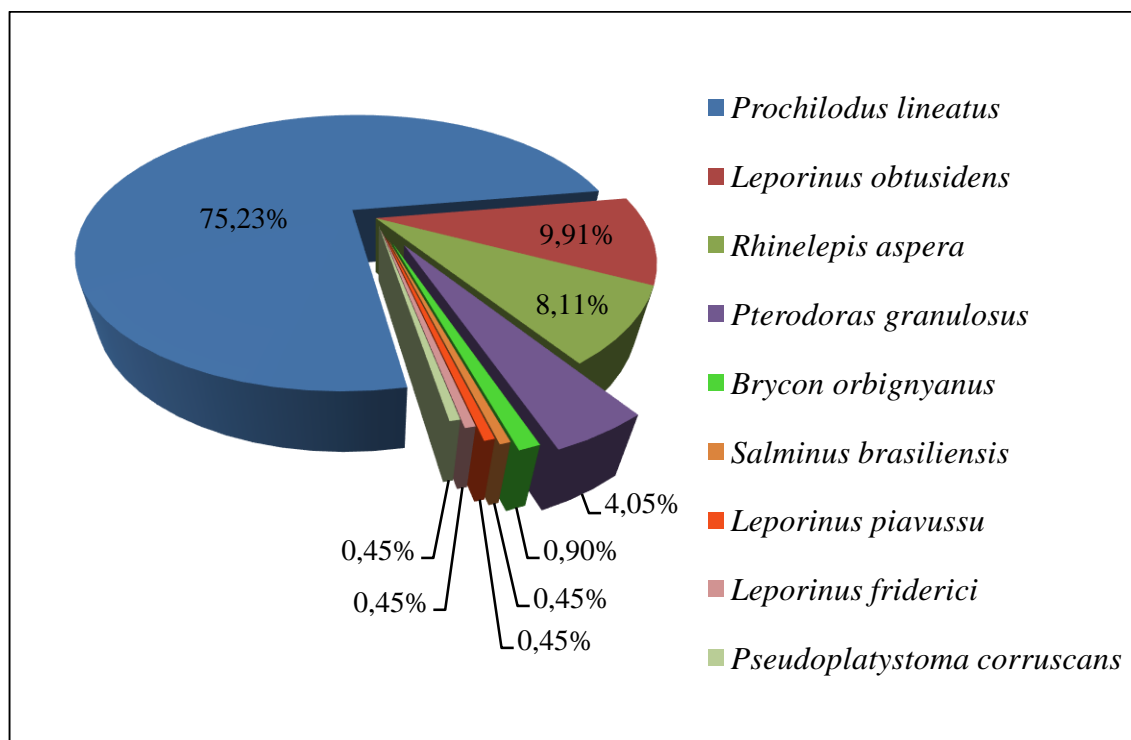


**Figura 37** - Distribuição temporal de todos os movimentos ascendentes e descendentes na escada para peixes, desconsiderando diferenciação por espécie. Retângulo representa meses que compreende período reprodutivo.

#### 6.4.2.1 Movimentação ascendente

Durante o período de monitoramento (dezembro/2012 a setembro/2014) foi detectada a movimentação ascendente de 223 peixes referentes a oito espécies migradoras de longas distâncias e uma não migradora marcados com PIT-tags. Grande parte dos movimentos ascendentes foi realizada por *Prochilodus lineatus*, com 170 movimentos ascendentes realizados por 167 peixes da espécie (o número de movimentações ascendentes é superior ao número de peixes, pois alguns indivíduos realizaram a movimentação ascendente mais de uma vez). Os 167 peixes da espécie *Prochilodus lineatus* correspondeu a 75,23% de todos os peixes que realizaram movimentação ascendente, seguida por *Leporinus obtusidens* - 22 indivíduos (9,91%), *Rhinelepis aspera* - 18 indivíduos (8,11%) e *Pterodoras granulosus* (4,05%). Para as espécies *Brycon orbignyanus* foi registrado apenas dois indivíduos representantes de cada espécie, correspondendo a 0,93% do total de peixes que transpuseram escada. Para *Leporinus piavussu*, *Leporinus friderici*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus brasiliensis* apenas um único indivíduo de cada espécie foi registrado que corresponde 0,45% respectivamente. Juntas, as três espécies (*Leporinus piavussu*,

*Leporinus friderici*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus brasiliensis*) representam 1,8% de todas as movimentações ascendentes (Figura 38).



**Figura 38** – Representatividade em porcentagem de cada espécie registrada em movimento ascendente na escada para peixes em relação ao total de peixes registrados em movimentação ascendente.

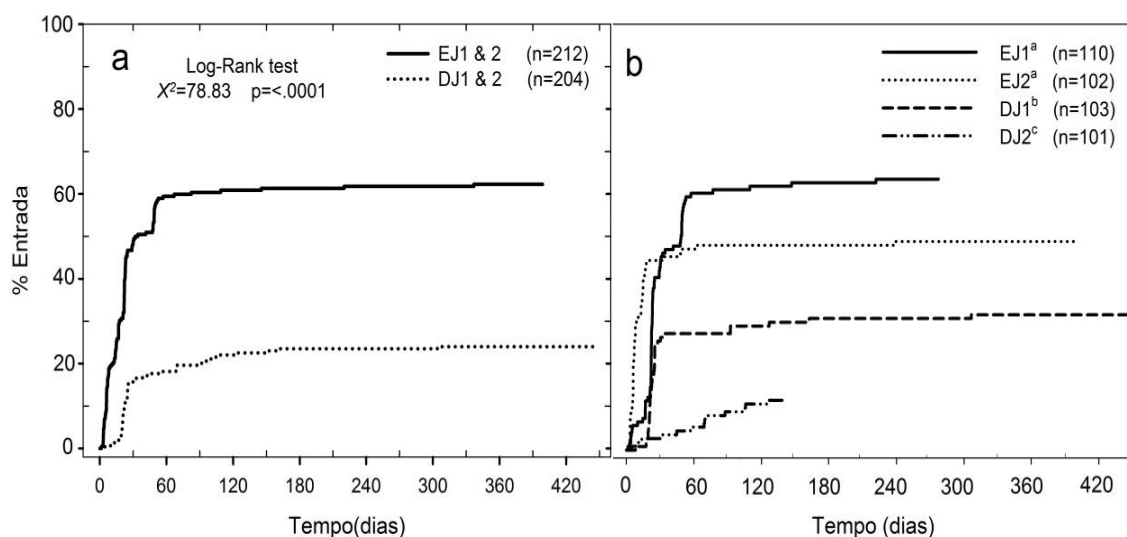
#### 6.4.2.1.1 Movimentação ascendente de *Prochilodus lineatus*

Considerando os 416 peixes da espécie *P. lineatus* liberados a jusante, 181 indivíduos foram registrados na antena inicial, correspondendo a 43,5% do total liberados. Os Curimbas liberados na margem esquerda, obtiveram valores superiores da atratividade, ou seja, maior percentual de registro e em menor tempo. Resultando em diferença estatística pelo teste de Log-Rank ( $\chi^2=78.83$   $p<.0001$ ), com registros de 132 peixes, que correspondeu a 62,3%. No entanto, a margem direita apenas 49 peixes (24%) foram registrados (Figura 39a). Já para a avaliação considerando os quatro pontos de soltura foi constatado diferenças significativa entre os pontos. Os valores resultantes de análise podem ser vistos na Tabela 16.

**Tabela 16** – Valores do teste de comparações múltiplas (Tukey) para o teste de Log-Rank, comparando o tempo de atratividade entre os locais de soltura. P-valores em negrito representa diferença significava ( $p < 0,005$ ).

Pontos		X <sup>2</sup>	p-valor
DJ1	DJ2	8,10	<b>0,0229</b>
DJ1	EJ1	24,98	<b>&lt;,0001</b>
DJ1	EJ2	15,5	<b>0,0006</b>
DJ2	EJ1	61,62	<b>&lt;,0001</b>
DJ2	EJ2	48,05	<b>&lt;,0001</b>
EJ1	EJ2	2,15	0,4567

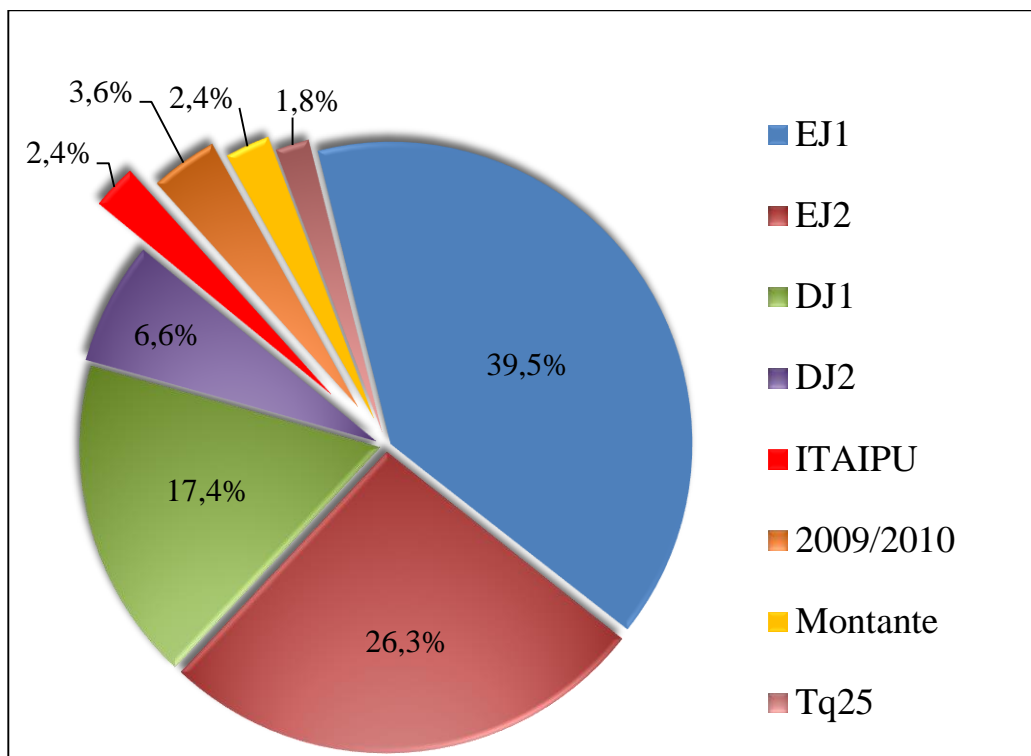
O ponto EJ1 foi o ponto que registrou o maior valor da atratividade, com 70% dos *P. lineatus* (77 indivíduos) detectados na antena inicial, seguido pelo ponto EJ2, também da mesma margem com 53,9% que representou 55 indivíduos, DJ1 com 34,9 %, 36 indivíduos e por último DJ2 com 12,9%, correspondente a apenas 13 indivíduos (Figura 39b).



**Figura 39** – Distribuição do tempo e percentual de atração de *P. lineatus* considerando os dois pontos das margens direita e esquerda (a). Distribuição do tempo e percentual entre os quatro locais de soltura – letras diferentes representam diferença estatística (b).

Do total de 167 indivíduos da espécie *P. lineatus* que realizaram movimentações ascendentes, 66 (39,5%) foram liberados no ponto EJ1, que se refere ao local mais próximo da escada, seguido pelos pontos EJ2 com 44 indivíduos (26,3%), DJ1 29 indivíduos (17,5%), DJ2 com somente 11 indivíduos (6,6%) (Figura 40). Durante o período de monitoramento 2012-2014, foi registrado a movimentação ascendente de seis (3,6%) *P. lineatus* que foram liberados a jusante da UHE Eng. Sergio Motta, durante os anos 2009 e 2010. Esses peixes foram marcados neste período durante a execução do Projeto P&D (ANEEL). Registrou-se também a movimentação ascendente de três (1,8%) *P. lineatus* liberados dentro do tanque 25 (Tq 25) da escada para peixes (Figura 40). Os *P. lineatus* foram liberados no tanque 25 dia 18 de dezembro de 2012, com o objetivo inicial de testar a funcionalidade do sistema RFID de monitoramento. Foi registrada a movimentação ascendente de quatro (2,4%) *P. lineatus* que foram marcados a montante da UHE Eng. Sergio Motta, sendo um oriundo do ponto EM1 e três do ponto DM1 (Figura 40). Esses peixes foram marcados a montante e realizaram movimentação descendente pela escada para peixes e posteriormente realizaram a movimentação ascendente.

Também, se registrou a movimentação ascendente na escada para peixes de quatro indivíduos (2,4%) da espécie *P. lineatus*, que foram marcados pela Itaipu Binacional (Figura 40) (A Itaipu Binacional utiliza também o sistema RFID por meio de etiquetas eletrônica do tipo PIT-tags, para avaliar a passagem de peixes pelo Canal da Piracema. Os PIT-tags possuem um código que é específico da Itaipu Binacional, o que nos possibilita identificar sua origem). Esses peixes foram liberados a jusante de Itaipu e dentro do Canal da Piracema. Para serem registrados na escada para peixe da UHE Engenheiros Sergio Motta, esses indivíduos realizaram a transposição no Canal da Piracema e a movimentação ascendente de aproximadamente 405 km, passando pelo reservatório de Itaipu e pelo trecho lótico do Rio Paraná compreendido entre Guaíra/PR e Rosana/SP (municípios situados à margem esquerda do Rio Paraná utilizado como referência).



**Figura 40** – Porcentagem em relação à origem (local de soltura) de exemplares de *Prochilodus lineatus* que foram registrados ascendendo a escada para peixes.

Dentre as espécies deste estudo, *P. lineatus* foi a que apresentou maior taxa de movimentação ascendente. Os maiores valores de movimentação ascendente para a espécie foram registrados durante o primeiro período reprodutivo (2012/2013), cujo monitoramento iniciou-se em 11 de dezembro de 2012. O ápice de movimentações ascendentes para a espécie foi registrado no mês de fevereiro de 2012, com 105 movimentações ascendentes, que representou 61,8% das movimentações, considerando o total de 170 movimentações ascendentes registradas para espécie durante todo o período de monitoramento. O segundo período reprodutivo (novembro/2013 a fevereiro/2014), as movimentações ascendentes foram bastante reduzidas em relação ao período anterior (Tabela 17).

**Tabela 17** – Distribuição temporal dos movimentos ascendentes da espécie *Prochilodus lineatus* na escada para peixes em relação ao seu local de soltura (origem). As colunas em cinza representam os meses que do período reprodutivo (Piracema).

Origem	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Mai/14	Jun/14	Jul/14	Ago/14	Set/14	Total
EJ1	27	36		2							1				1								67
EJ2			39	4	1											1							45
DJ1			25		1		2									1	1						30
DJ2				2	8		1																11
DM1																	1	1		1			3
EM1			1																				1
ITAIPU		1	1	1								1											4
Tanque 25	2						1																3
2009/2010			3		1	1											1						6
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>105</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>				<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>1</b>			<b>170</b>

O tempo gasto de movimentação ascendente, que correspondeu ao deslocamento da espécie *P. lineatus* da antena 1 até a 8, resultou no tempo médio acumulado de 2,3 horas. Os tempos médios e os desvios padrão entre os segmentos foram: 1--2 (0,20h  $\pm$ 0,35), 2--3 (0,11h  $\pm$ 0,13), 3--4 (0,60h  $\pm$ 0,62), 4--5 (0,36h  $\pm$ 0,45), 5--6 (0,41h  $\pm$ 0,59), 6--7 (0,36h  $\pm$ 0,35) e 7--8 (0,26h  $\pm$ 0,13). O menor tempo foi registrado no segmento entre as antenas 2--3 com 0,11 horas, enquanto que o maior tempo foi para segmento 3—4, com 0,60h (Figura 41).

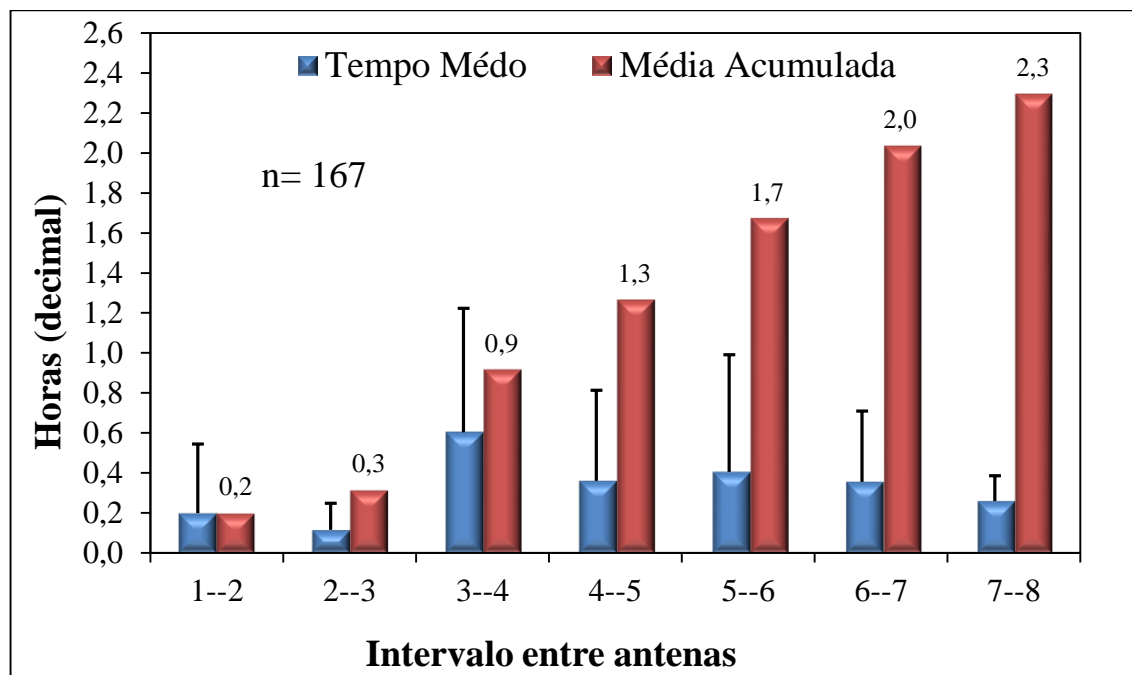
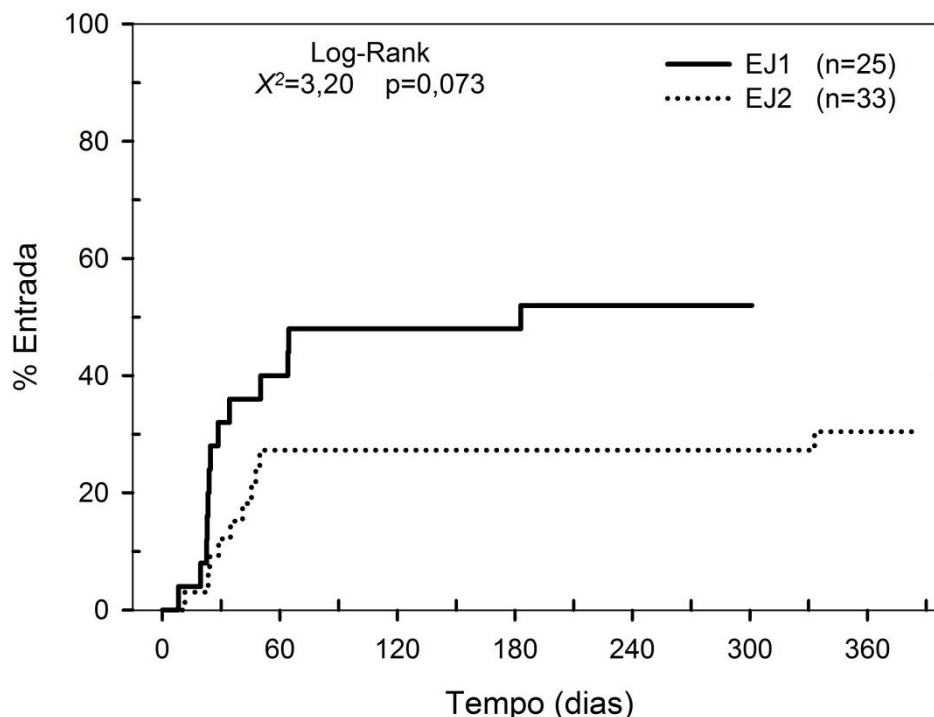


Figura 41 – Tempo em horas decimais despendidas durante deslocamento entre antenas em movimento ascendente (coluna azul – barras representam +desvio padrão) e Tempo médio acumulado de deslocamento ascendente (coluna vermelha).

#### 6.4.2.1.2 Movimentação ascendente de *Leporinus obtusidens*

Apesar do número de *Leporinus obtusidens* marcados foi reduzido, não atingindo a meta de marcação (100 indivíduos por ponto), foram marcados 25 representantes da espécie no ponto EJ1 e 33 no ponto EJ2 que totalizam 58 indivíduos. Apesar do ponto EJ1 apresentar um percentual de atratividade (52% = 13 indivíduos) superior ao ponto EJ2 (30,3% = 10 indivíduos), não houve diferença significativa para os tempos de atração pelo teste de Log-Rank (Figura 42).





**Figura 42** – Distribuição do tempo e percentual de atração de *Leporinus obtusidens* considerando os dois pontos das margem esquerda (EJ1 e EJ2).

O total de 22 exemplares da espécie *L. obtusidens* foram registrados com movimentação ascendente, sendo que um exemplar realizou a movimentação ascendente duas vezes, totalizando 23 movimentações ascendentes (Tabela 18). Com relação ao total de 58 peixes da espécie *L. obtusidens* marcados a jusante, registrou-se durante o período monitorado 23 peixes, dos quais houve ascensão de 21 indivíduos, que correspondeu a 36,2% dos peixes marcados. Assim, 91,3% dos peixes marcados a jusante desta espécie, chegaram a montante.

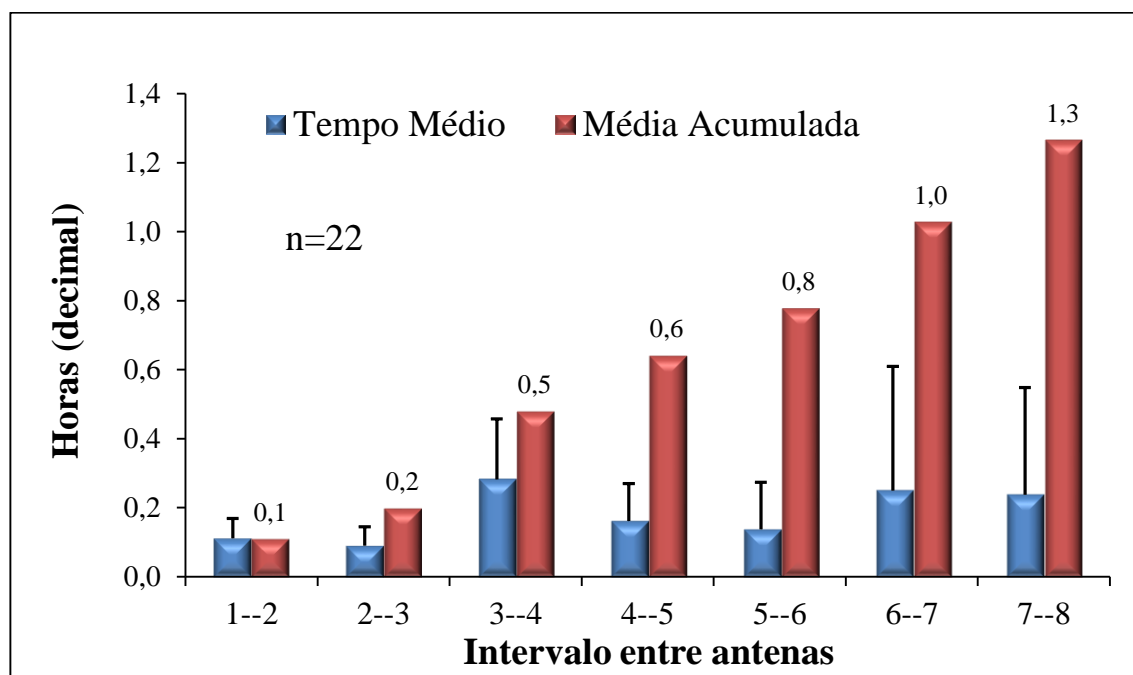
As movimentações ascendentes foram registradas principalmente durante o período reprodutivo, que compreende os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. O mês em que houve maior registro de movimentações ascendente de *L. obtusidens* foram 8 peixes no mês de fevereiro/2013, seguido de janeiro, abril e novembro de 2013 com três movimentações ascendente em cada mês. Março/2013 e janeiro/14, ocorreram duas movimentações e julho/2013 e fevereiro/2014 com apenas uma movimentação ascendente em cada mês (Tabela 18).

**Tabela 18** – Distribuição temporal dos movimentos ascendentes da espécie *Leporinus obtusidens* na escada para peixes em relação ao seu local de soltura (origem). As colunas em cinza representam os meses do período reprodutivo (Piracema).

Origem	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Mai/14	Jul/14	Total	
EJ1			5	2	1							2		1	1						12
EJ2		3	3		2																8
EM1								1						1							2
Itaipu												1									1
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			<b>1</b>				<b>3</b>		<b>2</b>	<b>1</b>						<b>23</b>

Foram 12 movimentos ascendentes dos *L. obtusidens* liberados no ponto EJ1 (ponto de soltura ao lado da escada para peixes), que correspondeu a metade (54,5%) de todos os movimentos ascendentes para espécie. Os *L. obtusidens* liberado no ponto EJ1 despendera, em média 64,6 dias, para completarem a movimentação ascendente na escada para peixes, enquanto que o menor tempo foi registrado com 22,7 dias após a soltura e o maior tempo com 291,7 dias. Já para o ponto EJ2 (ponto distante aproximadamente 1km abaixo do ponto EJ1 na margem esquerda), foram registrados oito peixes que ascenderam a escada, o que correspondeu à 36,4 % dos peixes da espécie que passaram pela escada. Também, foi registrado movimentação ascendente de um espécime (4,5%) da espécie *L. obtusidens*, marcado por Itaipu Binacional, que realizou o movimento ascendente, passando pelo reservatório de Itaipu e o trecho lótico compreendido pelo Parque Nacional de Ilha Grande até chegar a ser registrado na escada para peixes. Por fim, houve registro de movimentação ascendente de dois *L. obtusidens*, que foram marcados e liberados a montante da barragem, mais especificamente no ponto EM1 (para identificação do local de soltura ver Figura 8) desceram a escada e posteriormente realizaram movimentação ascendente. Esses peixes realizaram movimentação descendente pela escada para peixes. O primeiro indivíduo desceu a escada no dia 10 de abril de 2013 e realizou movimentação ascendente durante o período de Piracema no dia 24 de janeiro de 2014, perfazendo 288,5 dias após descida. O segundo *L. obtusidens* realizou a movimentação descendente no dia 12 de abril de 2013, posteriormente no dia 23 de julho de 2013 ascendeu, perfazendo 101,9 após o registro da movimentação descendente.

O tempo gasto de movimentação ascendente, correspondente ao deslocamento de *L. obtusidens* entre as antenas 1 até a 8, o tempo médio acumulado foi de 1,3 horas. Os tempos médios e os desvios padrão entre os segmentos foram: 1--2 (0,11h  $\pm$ 0,06), 2--3 (0,09h  $\pm$ 0,05), 3--4 (0,28h  $\pm$ 0,18), 4--5 (0,16h  $\pm$ 0,11), 5--6 (0,14h  $\pm$ 0,14), 6--7 (0,25h  $\pm$ 0,36) e 7--8 (0,24h  $\pm$ 0,31). O menor tempo foi registrado no segmento 2--3 com apenas 0,09h, enquanto que o maior tempo foi no segmento 3--4 com 0,28h (Figura 43).



**Figura 43** – Tempo em horas decimais despendidas durante deslocamento entre antenas em movimento ascendente (coluna azul – barras representam +desvio padrão) e Tempo médio acumulado de deslocamento ascendente (coluna vermelha).

#### 6.4.2.1.3 Movimentação ascendente de *Rhinelepis aspera*

Neste período de monitoramento compreendido entre dezembro de 2012 e setembro de 2014, não houve marcação de peixes da espécie *Rhinelepis aspera*, porém, foi marcado e liberado apenas um único indivíduo no ponto EJ1 (Tabela 19). No entanto, durante o período de monitoramento foram registrados pelo sistema 30 representantes da espécie. Esses registros foram de peixes marcados e liberados durante campanhas realizadas entre os anos de 2009 e 2010, referentes ao Projeto P&D (ANEEL). Os peixes registrados foram liberados em dois pontos específicos: um ponto a aproximadamente 1,1 km a jusante na margem esquerda e o outro no Tanque 11 da escada para peixes. A maior parte dos peixes

registrados (66,6% do total), ou seja, 20 peixes foram liberados no ponto a jusante da escada para peixes à margem esquerda, local que corresponde ao ponto EJ2. Os demais 10 peixes (34,4%) foram liberados no Tanque 11 da escada para peixes.

Ao todo, foram trinta peixes da espécie *R. aspera* registrados na escada para peixes. Por outro lado, deste total, 18 indivíduos, que correspondem a 60% do total registrado, conseguiram efetuar toda a transposição da escada para peixes. Destes 18 indivíduos, 13 (72,2%) foram liberados no ponto EJ2 e cinco (27,8%) foram liberados no interior da escada para peixes diretamente dentro do Tanque 11.

A distribuição temporal dos movimentos ascendentes registrados na escada para peixes da espécie *R. aspera* se concentraram principalmente nos meses iniciais do período reprodutivo em dezembro de 2012 e janeiro de 2013 até fevereiro e março/13 (Tabela 19). Esse comportamento apresenta dissimilaridade ao encontrado para *P. lineatus* e *L. obtusidens*, onde, os movimentos foram mais intensos durante o mês de fevereiro e até mesmo após os períodos reprodutivos (novembro/fevereiro), e esporadicamente distribuídos durante os demais meses.

**Tabela 19** – Distribuição temporal dos movimentos ascendentes da espécie *Rhinelepis aspera* na escada para peixes em relação ao seu local de soltura (origem). As colunas em cinza representam os meses que compreende o período reprodutivo (Piracema).

Origem	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Mai/14	Jul/14	Total
EJ2	6	4	2											1						13
Tanque 11	1	1	2	1																5
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>										<b>1</b>						<b>18</b>

#### 6.4.2.1.4 Movimentação ascendente de *Brycon orbignyanus*, *Leporinus friderici*, *Leporinus piavussu* e *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus Brasiliensis*

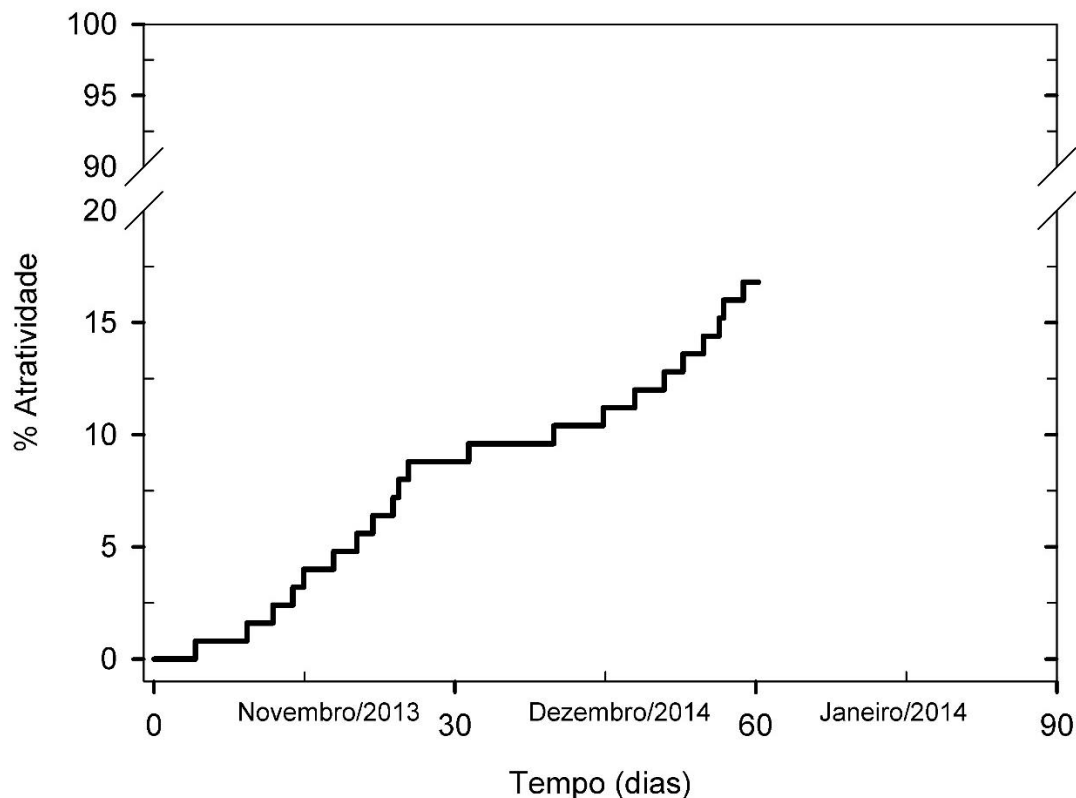
Durante o monitoramento foram registrados movimentações ascendente de apenas dois representantes das espécies *Brycon orbignyanus*, *Leporinus piavussu* e *Salminus brasiliensis* e um *Pseudoplatystoma corruscans* e *Leporinus friderici*.

Os dois *B. orbignyana* foram liberados no ponto EJ1. O primeiro foi liberado no dia 19 de dezembro de 2012 e subiu a escada para peixes no dia 15 de janeiro de 2013 com intervalo de 26,7 dias após ser liberado. O segundo, foi marcado e liberado no dia 17 de janeiro de 2013 e ascendeu a escada para peixe no dia 11 de janeiro de 2014, com intervalo de 358,7 dias após sua liberação. Enquanto para a espécie *L. piavussu* o primeiro foi liberado no dia 20 de dezembro de 2012 e subiu a escada para peixes no dia 15 de março de 2014, com intervalo de 449,9 dias após ser liberado, no entanto, este peixe desceu a escada 29 minutos após completar a subida. Como o intervalo de subida e descida é pequeno desconsideramos que este indivíduo realizou uma movimentação descendente. O segundo foi marcado e liberado no dia 15 de janeiro de 2013 e subiu a escada para peixe dia 21 de fevereiro de 2013, com intervalo de 36,5 dias após sua liberação.

Um único exemplar de *P. corruscans*, com comprimento padrão de 56,7 cm, foi capturado, marcado e liberado no ponto EJ1, no dia 21 de dezembro de 2012, este indivíduo foi registrado efetuando movimentação ascendente em 30 de janeiro de 2013, com intervalo de 21,6 dias após sua liberação. Também, um único exemplar da espécie *L. friderici*, com comprimento padrão de 28,3cm, foi marcado e liberado no ponto EJ1, no dia 15 de janeiro de 2013, este peixe subiu a escada para peixes no dia 21 de setembro de 2013, com intervalo de 248,9 dias após sua soltura.

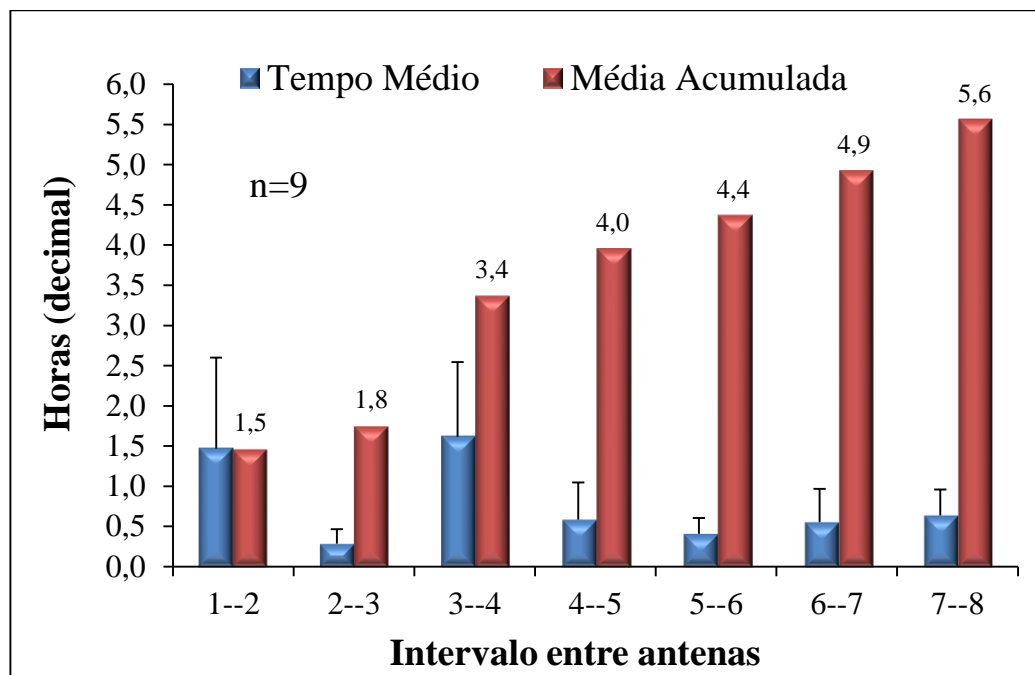
#### **6.4.2.1.5 Movimentação ascendente de *Pterodoras granulosus***

Houve detecção nas antenas iniciais da escada para peixes de 23 exemplares da espécie *Pterodoras granulosus*, que foram liberados no ponto EJ1. Esses exemplares corresponderam a 18,5% do total de 124 peixes da espécie liberados no ponto EJ1 (Figura 44) Os registros de atratividade da espécie ocorreram nos meses de novembro e dezembro de 2013.



**Figura 44** – Distribuição do tempo e percentual de atração de *P. granulosus* considerando liberados no ponto EJ1.

Dos 23 peixes da espécie *P. granulosus* liberados em EJ1, foram registrados apenas seis indivíduos, que conseguiram completar a passagem pela escada para peixes. Com relação ao tempo gasto na movimentação ascendente, entre as antenas 1 a 8, o tempo médio acumulado foi de 5,6 horas. Os tempos médios e os desvios padrão entre os segmentos foram: 1--2 (1,47h  $\pm$ 1,13), 2--3 (0,29h  $\pm$ 0,18), 3--4 (1,62h  $\pm$ 0,93), 4--5 (0,59h  $\pm$ 0,46), 5--6 (0,41h  $\pm$ 0,20), 6--7 (0,55h  $\pm$ 0,41) e 7--8 (0,64h  $\pm$ 0,32). O menor tempo foi registrado no segmento 2--3 com apenas 0,29h, enquanto que o maior tempo é no segmento 3--4 com 1,62h (Figura 45). Os *P. granulosus* que foram liberados dentro da escada para peixes, todos foram carreados para fora da escada em sentido de jusante. No entanto, apenas três conseguiram posteriormente encontrar a escada e efetivar a passagem.



**Figura 45** – Tempo em horas decimais despendidas durante deslocamento entre antenas em movimento ascendente (coluna azul – barras representam +desvio padrão) e Tempo médio acumulado de deslocamento ascendente (coluna vermelha).

#### 6.4.2.2 Movimentação descendente

Durante o monitoramento foram detectados movimentos descendentes de duas espécies migradoras de longas distâncias: *P. lineatus* (71 indivíduos) e *L. obtusidens* (25 indivíduos), que juntas somaram 96 peixes marcados com PIT-tags. Destes 96 marcados, totalizaram 98 movimentações descendentes, devido a dois indivíduos que desceram a escada duas vezes.

##### 6.4.2.2.1 Movimentação descendente de *Prochilodus lineatus*

De todos *P. lineatus* (167 peixes) que realizaram movimento ascendente na escada para peixes, 37 indivíduos, posteriormente, realizaram movimentação descendente. Estes 37 peixes que realizaram a movimentação descendente corresponderam a 22,2% dos *P. lineatus* marcados com PIT-tags, que ascenderam a escada para peixes durante o período do estudo. Após concluir a ascensão, os *P. lineatus* permaneceram a montante da barragem, com tempo médio de 189,8 dias (aproximadamente 6,3 meses), realizando posteriormente a

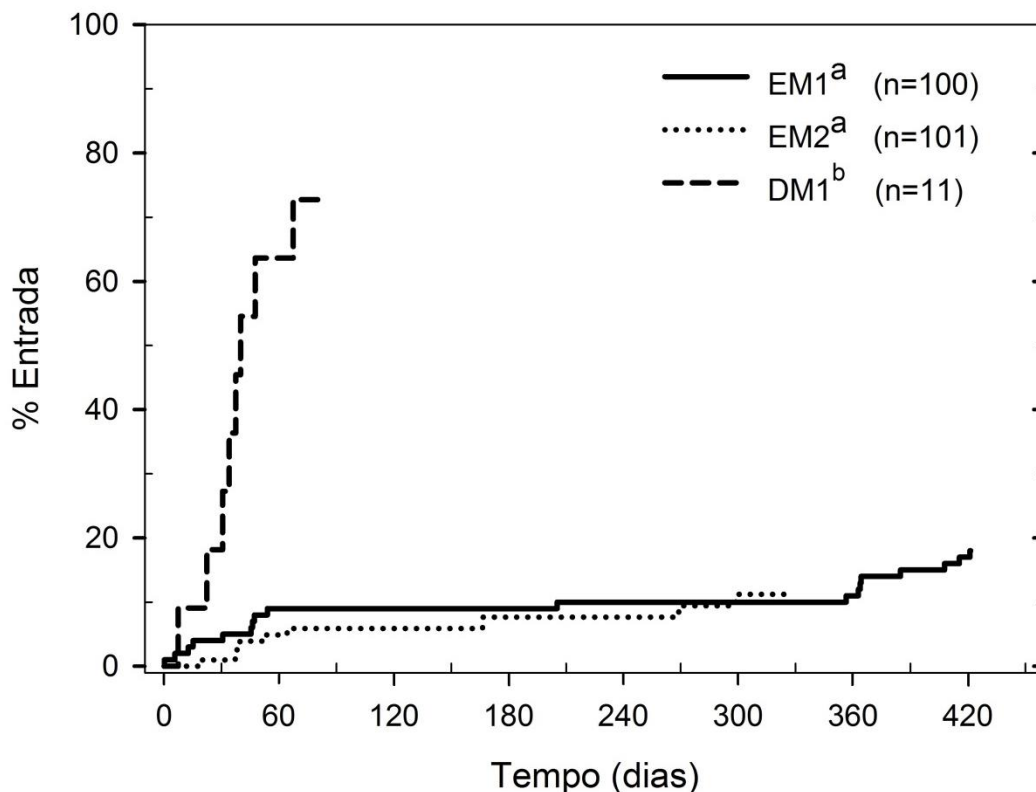
movimentação descendente. O indivíduo que despendeu menor tempo, desceu a escada em apenas 01:07 hora, após completar a subida, enquanto que o maior tempo, foi para um indivíduo que despendeu 448 dias, ou seja, aproximadamente um ano e três meses após subir a escada para peixes.

Com relação aos 212 peixes da espécie *P. lineatus*, que foram marcados e liberados em montante (100 no ponto EM1, 101 no ponto EM2 e 11 no ponto DM1), 34 exemplares marcados (16%) realizaram a movimentação descendente pela escada para peixes. Dentre os 100 *P. lineatus* que foram marcados a montante no ponto EJ1, 18 foram registrados na escada, no entanto apenas 17 indivíduos desceram a escada para peixes, ou seja, 17% do total de peixes marcados neste ponto (Figura 46). Já no ponto EM2, foram liberados 101 peixes e deste total, nove foram registrados, sendo que oito indivíduos desceram a escada para peixes, correspondendo a 8,9% dos peixes liberados naquele ponto. No ponto DM1, foram marcados apenas 11 indivíduos, no entanto, foram registrados oito indivíduos na escada e todos eles realizaram movimentação descendente pela escada para peixes, correspondendo a 81,8% dos *P. lineatus* liberados naquele local (Figura 46).

O percentual e tempo de encontrar a escada para peixes dos *P. lineatus* liberados em montante diferiu estatisticamente com o teste de Log-Rank ( $\chi^2=68,88$   $p<0,0001$ ). Posteriormente o teste *post-hoc* de Tukey, constatou diferenças entre os tempos dos entre DM1 e EM1 ( $\chi^2=6,77$   $p=0,0081$ ) e DM1 e EM2 ( $\chi^2=28,25$   $p<0,0001$ ). No entanto, entre os dois pontos situados à margem esquerda não houveram diferenças significativa (Figura 46).

Agrupando todos os tempos entre soltura e movimentação descendente para os *P. lineatus* marcados e liberados a montante (EM1, EM2 e DM1), resultou a média de 142,78 dias entre a soltura e a descida na escada para peixes. O menor tempo foi de 1 hora e 54 minutos, em contrapartida, o maior tempo foi de 421,5 dias, aproximadamente um ano e dois meses.





**Figura 46** – Percentual de peixes que encontraram a escada por local de soltura. Letras iguais não possui diferença significativa, letras diferentes diferença significativa.

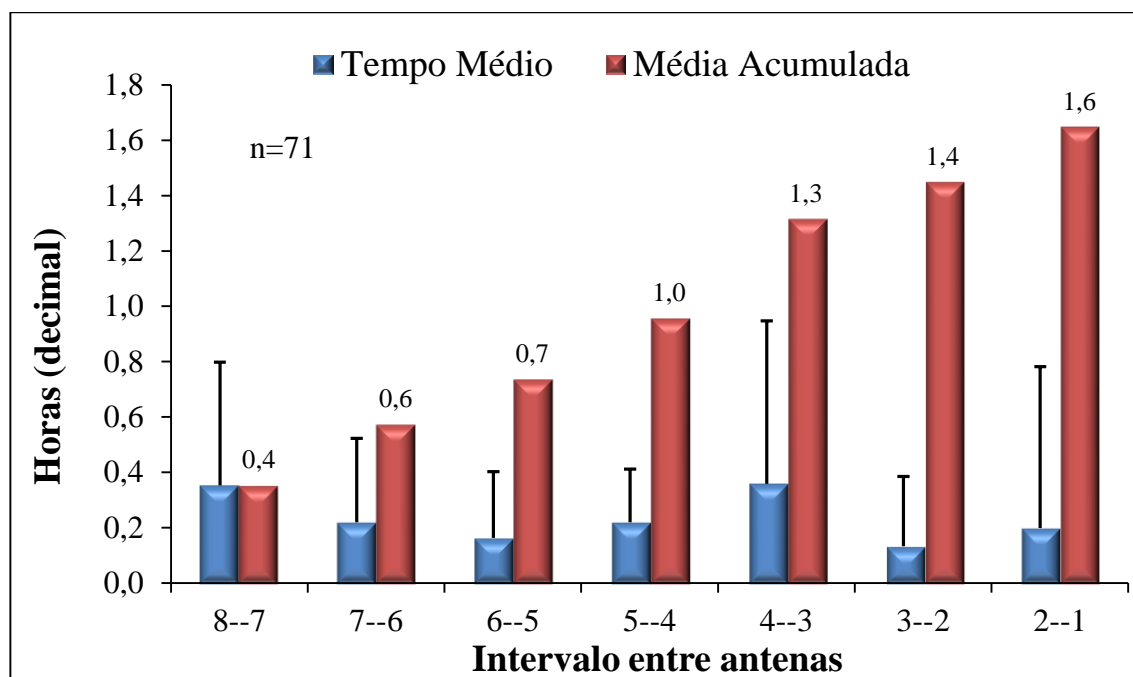
Com relação as ocorrências temporais dos movimentos descendentes, se observou que em abril/2014 correspondeu ao mês com maior número de movimentações descendentes (13). Em abril/14 registou-se 13 peixes com comportamento descendente e com origens distintas (diferentes locais de soltura), sendo sete dos peixes liberados em jusante que realizaram movimentação ascendente e posteriormente desceram (três do ponto EJ1, dois do ponto EJ2 e dois do ponto DJ1) e seis que foram marcados em montante (três no ponto EM1 e três do ponto EM2) (Tabela 20). O segundo mês com maior atividade descendente foi fevereiro/13, com 12 movimentações descendentes, as quais os peixes integrantes deste comportamento também possuem origens distintas, sendo nove peixes marcados em jusante, que subiram e posteriormente desceram a escada (um do ponto EJ1, quatro do ponto EJ2, três do ponto DJ1 e um liberado no Tanque 25) e três liberados em montante no ponto EM1. Em janeiro/14 foi o terceiro mês com maior movimentação descendente (10) seguido de março/14 (9), fevereiro/14 (7), março/13 (6) abril/13 (4), janeiro e novembro de 2013 (3) e com apenas uma movimentação descendente os meses de dezembro/12 e agosto/12. A

distribuição temporal dos movimentos descendentes para todos os meses e suas respectivas quantidades em relação ao seu local de soltura pode ser observada na Tabela 20.

**Tabela 20** – Distribuição temporal dos movimentos descendentes da espécie *Prochilodus lineatus* registrados na para peixes em relação ao local de soltura de cada indivíduo. As colunas em cinza representam os meses que compreende o período reprodutivo (Piracema).

Origem	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Mai/14	Jun/14	Jul/14	Ago/14	Set/14	Total
EJ1			1	1	1										1	2	3						9
EJ2			4											1	1		2						8
DJ1			3									2	1				2						8
DJ2																							0
EM1			3	3	2									2	2	2	3						17
EM2															2	4	3						9
DM1													1	5	1	1							8
ITAIPU				2								1											3
Tanque 25	1	1	1		1																		4
2009/2010		2							1					2									5
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>				<b>1</b>			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>13</b>						<b>71</b>

Com relação ao tempo gasto em movimentação descendente, que corresponde ao deslocamento da espécie *P. lineatus* entre as antenas de 8 a 1, foi constatado o tempo médio acumulado de 1,6 horas. Os tempos médio e os desvios padrão entre os segmentos foram: 8--7 (0,35h  $\pm$ 0,45), 7--6 (0,22h  $\pm$ 0,30), 6--5 (0,16h  $\pm$ 0,24), 5--4 (0,22h  $\pm$ 0,19), 4--3 (0,36h  $\pm$ 0,59), 3--2 (0,13h  $\pm$ 0,25) e 2--1 (0,20h  $\pm$ 0,58). O menor tempo foi registrado no segmento 3--2 com apenas 0,13h, enquanto que o maior tempo foi no segmento 4--3 com 0,46h (Figura 47).



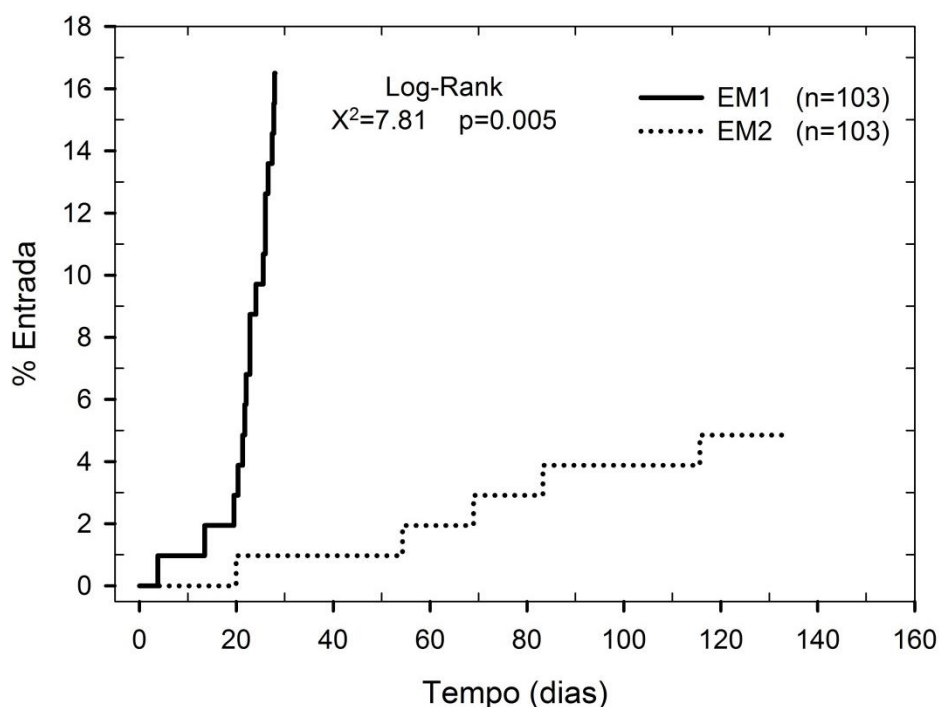
**Figura 47** – Tempo em horas decimais despendidas durante deslocamento entre antenas em movimento descendente (coluna azul – barras representam +desvio padrão) e Tempo médio acumulado de deslocamento ascendente (coluna vermelha).

Durante o período monitorado houve a recaptura (por pescador) de um *P. lineatus*, aproximadamente a 3km da jusante da UHE Engenheiro Sergio Motta, no dia 28 de maio de 2013. Ressalte-se que, este peixe foi marcado com DART-tag e PIT-tag e liberado no ponto EM2 (montante) no dia 10 de maio de 2013. O fato deve-se atenção principalmente, pois este peixe não realizou movimentação descende pela escada para peixes, devido à ausência de registros no sistema, sugerindo então possibilidade de rotas alternativas para movimento descendente, como a eclusa, os vertedouros ou pelas turbinas. Durante o intervalo de tempo entre a soltura e recaptura deste peixe (18 dias) não houve abertura de vertedouros, eliminando a possibilidade de movimento descendente por esta rota. Desta maneira, restam apenas duas rotas alternativas, por onde este peixe possa ter passado para jusante, que poderia ser pela eclusa ou até mesmo pelas turbinas da usina.

#### 6.4.2.2 Movimentação descendente de *Leporinus obtusidens*

Foram registrados 25 peixes que realizaram movimentos descendentes. Daqueles marcados a montante da margem direita, liberados nos pontos DM1, 102 exemplares e DM2, 02 exemplares, nenhum desses peixes foi registrado na escada. Em contrapartida, aqueles

da margem esquerda, foram registrados 17 peixes (16,5%) do ponto EM1 dos 103 marcados e 05 (4,9%) do ponto EM2 dos 102 marcados. O ponto EM1 apresentou maior atratividade, com tempo inferior ao registrado pelo ponto EM2 (Figura 48). Ressalta-se que também foram registrados movimentos descendentes de 03 *L. obtusidens*, 02 liberados no ponto EJ1. O primeiro indivíduo subiu a escada no dia 3 de novembro de 2013 e realizou movimentação descendente 10 minutos após subir. O segundo *L. obtusidens* realizou a movimentação ascendente no dia 14 de novembro de 2013 e duas horas após completar a subida realizou movimentos descendente.



**Figura 48** – Percentual de *Leporinus obtusidens* que encontraram a escada em referência aos peixes liberados em EM1 e EM2.

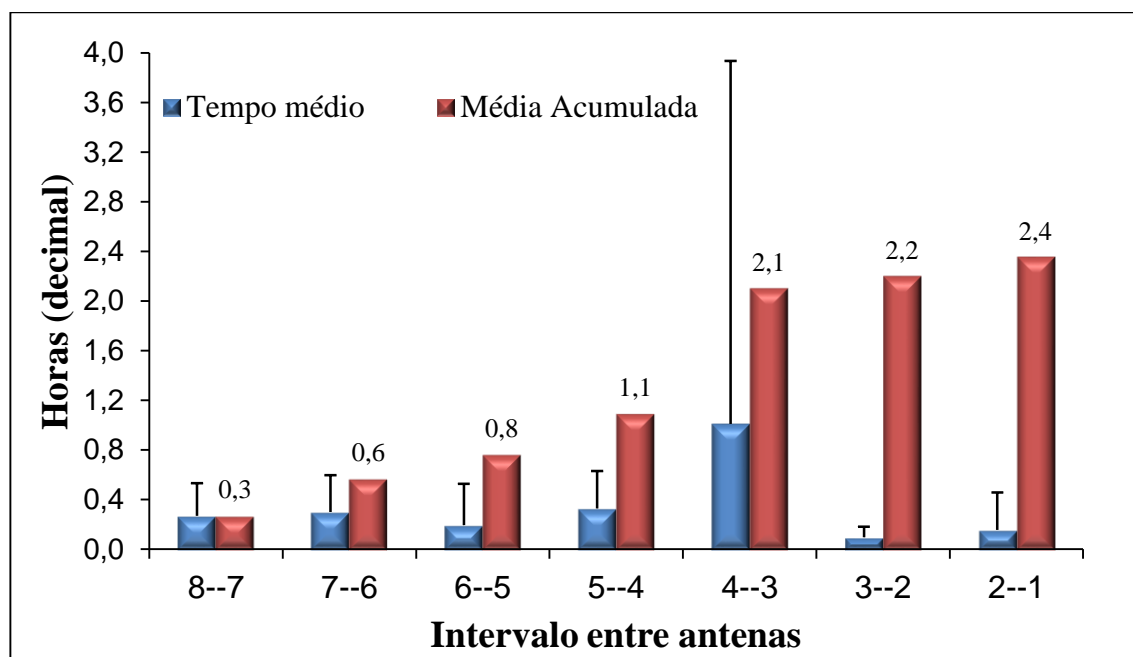
Sumarizando o tempo entre a soltura e detecção do movimento descendente de todos os peixes da espécie *L. obtusidens* marcados em montante, resultou o tempo médio de 36,6 dias, sendo que o peixe que despendeu menor tempo entre a soltura e movimento descendente foi de 7,6 dias e o de maior tempo foi de 133,9 dias. Em relação à distribuição temporal desses movimentos, abril/2013 foi o mês que apresentou maior número de movimentações descendentes, com o total de 18 movimentos, seguido do mês de novembro/2013 com 3 movimentos, março/2013, com dois movimentos e fevereiro e abril/2014 registraram apenas um movimento descendente em cada mês (Tabela 21).

Chama atenção de 01 exemplar, que foi liberado no Canal da Piracema em ITAIPU Binacional, realizou movimento ascendente e posterior movimento descendente pela escada para peixe (Tabela 21). Este indivíduo foi marcado no dia 05/11/2012, registrado no rio Bela Vista no dia 03/10/2013 e no Dique de Regulagem no dia 21/10/2013, subsistemas do Canal da Piracema. Este exemplar foi registrado na escada em Porto Primavera no dia 08/11/2013, perfazendo 18 dias após o registro no Dique de Regulagem no Canal da Piracema, o que correspondeu a média de 23,6km/dia ou quase 1,0km/hora. O total de dias desde a sua marcação e registro na escada para peixes foi de 368 dias. Porém, após ter ascendido a escada para peixes, o mesmo realizou movimento descendente após 15 minutos.

**Tabela 21** – Distribuição temporal dos movimentos descendentes da espécie *Leporinus obtusidens* registrados na para peixes em relação ao local de soltura de cada indivíduo. As colunas em cinza representam os meses que compreende o período reprodutivo (Piracema).

Origem	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13	Ago/13	Set/13	Out/13	Nov/13	Dez/13	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Mai/14	Jun/14	Jul/14	Ago/14	Set/14	Total	
EJ1												2												2
EM1				1	16																			17
EM2				1	2									1		1								5
ITAIPU												1												1
<b>Total</b>				<b>2</b>	<b>18</b>							<b>3</b>		<b>1</b>		<b>1</b>							<b>25</b>	

O tempo gasto em movimentação descendente, que se refere ao deslocamento da espécie *L. obtusidens* entre as antenas 8 a 1, resultou o tempo médio acumulado de 2,4 horas. Os tempos médio e os desvios padrão entre os segmentos foram: 8--7 (0,27h  $\pm$ 0,26), 7--6 (0,30h  $\pm$ 0,30), 6--5 (0,19h  $\pm$ 0,33), 5--4 (0,33h  $\pm$ 0,30), 4--3 (1,01h  $\pm$ 2,92), 3--2 (0,10h  $\pm$ 0,08) e 2--1 (0,15h  $\pm$ 0,30). O menor tempo foi registrado no segmento 3--2 com apenas 0,10h, enquanto que o maior tempo foi no segmento 4--3 com 1,01h (Figura 49).



**Figura 49** – Tempo em horas decimais despendidas durante deslocamento entre antenas em movimento descendente de *Leporinus obtusidens* (coluna azul – barras representam +desvio padrão) e tempo médio acumulado de deslocamento ascendente (coluna vermelha).

### 6.4.3 Variáveis abióticas

As variáveis abióticas monitoradas não apresentaram grandes oscilações de seus valores. O valor mais elevado encontrado para pH foi de 8,76 registrado no mês de março de 2013, e o menor valor em outubro com 7,39. Já o valor médio mensal mais elevado foi registrado em março e junho de 2013 com valor 8,38, enquanto que, o menor valor médio ocorreu em janeiro de 2014 com pH 7,90 (Tabela 22).

Para condutividade elétrica o maior valor registrado foi em janeiro com 118,6  $\mu\text{m}/\text{cm}$  e o menor valor em abril de 2014 com 50,0  $\mu\text{m}/\text{cm}$ . O maior e menor valor médio mensal foram registrados nos meses de dezembro/2012 (95,3  $\mu\text{m}/\text{cm}$ ) e abril/2014 (51,4  $\mu\text{m}/\text{cm}$ ), respectivamente (Tabela 22).

Para turbidez, o maior valor foi 11,80 NTU, registrado em fevereiro/2013 e o menor valor 0,25 NTU em janeiro/2014. O maior e menor valor médio foi encontrado em fevereiro (6,31 NTU) e fevereiro/2014 (0,91 NTU), respectivamente (Tabela 22).

Para o oxigênio dissolvido, o maior valor registrado foi em outubro/2013 (8,75 mg/L) e o menor valor em janeiro (4,18 mg/L). O maior e menor valor médio registrado foi em abril/2014 (7,42 mg/L) e janeiro/2013 (4,97 mg/L), respectivamente. Comportamento

levemente similar foi registrado para os dados de saturação de oxigênio (%), com maior e menor de saturação registrado nos meses de janeiro/2014 (58,2%) e janeiro/2013 (107,1%) respectivamente (Tabela 22). Respectivamente, o maior e menor valor médio mensal foi registrado em fevereiro/2014 (90,7%) e janeiro/2013 (64,9%).

Para a variável temperatura da água, o maior valor foi 29,9 °C registrado nos meses de janeiro e fevereiro de 2014 e o menor valor em agosto com 19,8°C. Os valores médios mensais, também apresentaram padrão similar com maior e menor valor médio em janeiro (29,2 °C) e agosto (20,3 °C) (Tabela 22). A temperatura do ar foi mais elevada em março de 2014 com 33°C e o menor valor foi 10°C registrado em julho/13 e julho/14. O maior e menor valor médio mensal ocorreu em dezembro/2013 (30,0 °C) e julho/2014 (16,8 °C) respectivamente (Tabela 22).

A transparência mínima registrada durante o monitoramento correspondeu a 1,7 metros, registrada nos meses de dezembro/2012, fevereiro, abril e maio de 2013. Já a maior transparência foi de 6,8 metros, registrada no mês de janeiro/2014. A maior transparência média mensal foi constatada no mês de dezembro/2013 com 5,76 metros. Já a menor transparência média foi registrada em maio/2013 com 2,2 metros. Os valores médios, mínimos e máximos mensais durante o período de monitoramento podem ser observados na Tabela 22.

**Tabela 22** – Valores médios mensais das variáveis abióticas monitoradas na escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, durante o período de dezembro de 2012 a agosto de 2014. Entre parênteses estão os menores e maiores valores registrados em cada mês.

Ano/Meses	Variáveis Abióticas							
	Temperatura Água (°C)	Temperatura Ar (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (%)	pH	Condutividade Elétrica (µm/cm)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>2012</b>								
<b>Dezembro</b>	28,6 (28,1 28,8)	27,3 (27,0 28,0)	5,65 (5,12 6,06)	68,8 (61,9 74,2)	8,10 (7,92 8,28)	95,3 (86,2 116,2)	3,67 (3,00 5,55)	2,4 (1,7 2,8)
<b>2013</b>								
<b>Janeiro</b>	28,7 (28,3 29,9)	27,2 (23,0 30,0)	4,97 (4,18 6,02)	64,9 (58,2 78,5)	8,07 (7,38 8,50)	85,5 (68,7 118,6)	2,75 (1,65 3,83)	2,7 (1,8 3,9)
<b>Fevereiro</b>	28,6 (28,0 29,9)	27,4 (22,0 30,5)	5,12 (4,64 5,67)	66,0 (62,1 68,6)	8,12 (7,68 8,57)	90,8 (78,1 112,3)	6,31 (2,32 11,80)	2,5 (1,7 3,5)
<b>Março</b>	28,6 (27,4 29,7)	26,8 (22,0 29,5)	5,28 (4,93 5,62)	69,5 (65,9 74,6)	8,38 (7,89 8,61)	80,0 (70,2 86,3)	2,53 (2,15 3,62)	3,5 (2,8 4,9)
<b>Abril</b>	26,5 (25,2 28,9)	25,3 (23,0 28,5)	5,59 (5,05 6,03)	71,3 (64,7 74,7)	8,35 (8,04 8,57)	68,8 (60,8 79,4)	4,74 (2,28 6,98)	2,7 (1,7 3,6)
<b>Mai</b>	25,3 (23,7 26,9)	25,0 (24,0 28,5)	5,85 (5,05 6,61)	72,0 (64,7 79,8)	8,31 (8,00 8,50)	75,0 (68,9 80,8)	5,18 (3,81 7,55)	2,2 (1,7 2,8)
<b>Junho</b>	22,9 (22,0 23,6)	22,1 (18,0 27,0)	5,88 (5,42 6,30)	68,0 (58,4 75,5)	8,38 (8,22 8,61)	69,3 (61,9 77,0)	3,32 (2,34 7,31)	3,0 (2,0 3,8)
<b>Julho</b>	22,0 (20,7 22,9)	19,4 (10,0 25,0)	6,08 (5,71 6,55)	70,6 (66,3 73,2)	8,29 (8,13 8,48)	66,0 (58,3 82,2)	4,55 (3,08 7,04)	2,4 (1,8 2,7)
<b>Agosto</b>	20,31 (19,8 21,2)	20,0 (15,0 25,0)	6,56 (6,21 7,18)	72,3 (69,4 79,9)	8,25 (8,18 8,34)	60,8 (58,4 63,7)	2,13 (1,95 2,38)	3,7 (1,9 4,7)
<b>Setembro</b>	22,0 (19,9 23,0)	23,1 (18,0 27,0)	6,04 (5,38 7,02)	69,1 (61,8 75,7)	8,05 (7,72 8,28)	62,2 (58,5 65,5)	1,89 (0,89 4,37)	3,8 (2,7 5,1)
<b>Outubro</b>	23,4 (22,5 26,3)	24,8 (19,0 29,5)	6,25 (5,63 8,75)	73,2 (69,7 77,8)	8,08 (7,39 8,16)	63,7 (58,9 67,1)	1,96 (0,61 5,62)	4,4 (3,7 6,2)
<b>Novembro</b>	26,0 (25,4 28,0)	27,0 (23,0 32,0)	6,11 (5,55 6,63)	78,2 (67,7 81,2)	8,08 (7,78 8,36)	62,7 (58,5 67,7)	2,75 (1,75 5,41)	2,9 (2,7 3,7)
<b>Dezembro</b>	28,4 (28,1 28,6)	30,0 (26,0 31,0)	6,12 (5,05 7,32)	72,8 (69,2 75,5)	8,16 (7,66 8,47)	68,3 (66,7 70,1)	2,10 (0,93 3,94)	5,6 (3,7 6,1)



Continuação Tabela 22

Ano/Meses	Variáveis Abióticas							
	Temperatura Água (°C)	Temperatura Ar (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (%)	pH	Condutividade Elétrica (µm/cm)	Turbidez (NTU)	Transparência (m)
<b>2014</b>								
<b>Janeiro</b>	29,2 (28,8 29,9)	28,5 (25,0 31,0)	6,57 (5,33 8,26)	85,8 (68,6 107,1)	7,90 (7,16 8,33)	59,5 (52,5 63,1)	1,00 (0,25 2,78)	5,4 (4,3 6,8)
<b>Fevereiro</b>	28,8 (27,8 29,9)	22,7 (18,0 31,0)	7,34 (6,27 8,21)	90,7 (64,5 101,3)	8,09 (7,67 8,43)	53,2 (51,2 56,5)	0,91 (0,28 2,15)	5,0 (3,9 6,3)
<b>Março</b>	28,1 (27,6 28,9)	27,3 (16,0 33,0)	7,13 (6,25 8,03)	89,4 (71,3 101,6)	8,29 (7,54 8,76)	53,1 (51,0 56,6)	1,07 (0,41 2,25)	5,0 (4,2 6,5)
<b>Abril</b>	27,4 (26,8 28,7)	24,5 (22,0 28,0)	7,32 (6,76 7,94)	84,3 (67,2 92,1)	8,17 (7,78 8,51)	51,4 (50,0 52,9)	1,96 (1,27 2,41)	4,2 (3,7 4,9)
<b>Mai</b>	25,3 (23,1 26,6)	25,4 (22,0 29,0)	6,80 (5,74 7,46)	72,5 (70,7 74,3)	8,02 (7,41 8,42)	54,9 (52,5 57,5)	1,31 (1,08 147)	5,0 (4,6 5,6)
<b>Junho</b>	22,5 (22,1 23,3)	17,9 (12,0 25,0)	6,94 (5,88 8,02)	73,6 (62,9 85,3)	8,07 (7,71 8,49)	56,9 (55,7 58,1)	1,40 (0,92 2,23)	4,8 (3,6 6,1)
<b>Julho</b>	21,5 (21,0 22,1)	16,8 (10,0 21,0)	6,71 (5,98 7,88)	72,9 (62,9 81,9)	8,14 (7,67 8,66)	57,0 (55,9 57,6)	1,31 (0,68 2,26)	5,1 (3,2 6,4)
<b>Agosto</b>	22,0 (21,4 22,5)	23,2 (18,0 26,0)	7,20 (6,84 7,73)	73,0 (71,6 74,1)	8,05 (7,78 8,24)	56,6 (55,6 57,3)	1,28 (1,09 1,45)	4,7 (3,8 5,7)

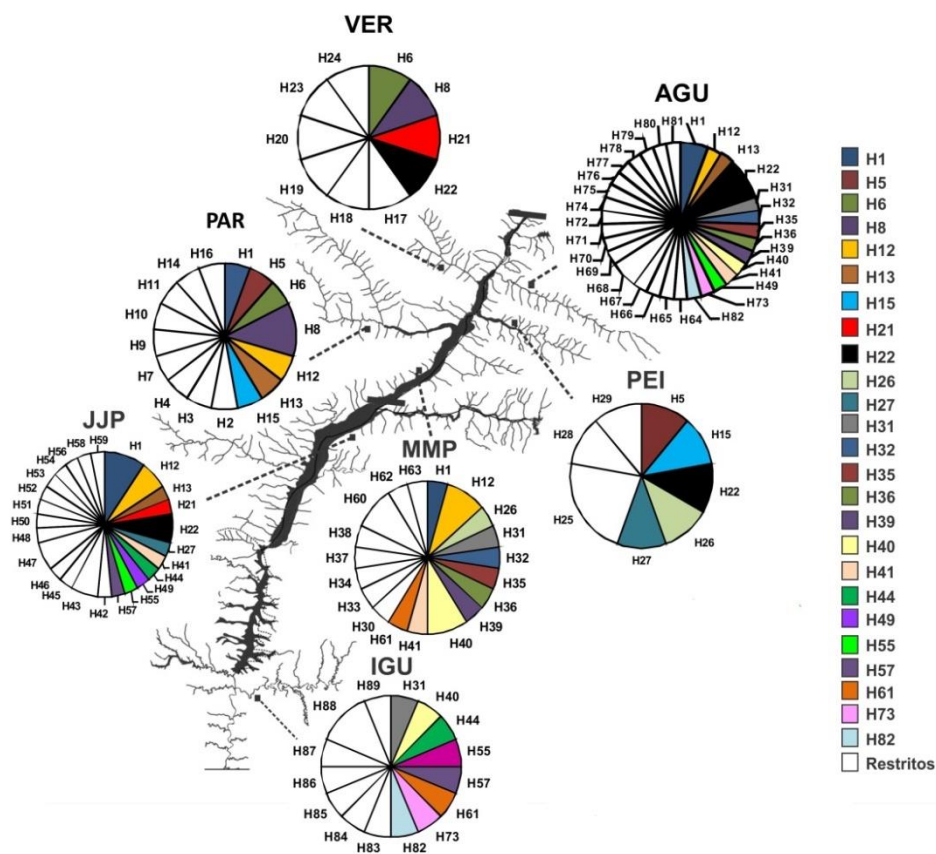
## 6.5 Monitoramento genético da transposição

Entre todas as amostras foi obtida uma média de 111.28 por amostra (população). A amostra PEI apresentou a menor valor ( $A = 73$  alelos), enquanto que AGU apresentou o maior ( $A = 143$  alelos). A heterozigidade observada ( $H_O$ ) variou de 0.634 (IGU) a 0.822 (PAR) e a heterozigidade esperada de 0.803 (PEI) a 0.874 (PAR). O número de alelos privados variou de 04 (PEI) a 21 (PAR). Os maiores valores de média de alelos por locus ( $N_A = 20.429$ ) e número de alelos efetivos ( $N_E = 12.627$ ) foram obtidos para amostra AGU, enquanto isso PEI apresentou a menor média de alelos por locus ( $N_A = 10.429$ ) e VER, o menor número de alelos efetivos ( $N_E = 7.558$ ). Os valores de riqueza alélica ( $R_A$ ) (com base em 10 indivíduos diploides) variaram de 9.856 (IGU) a 11.769 (PEI) (Tabela 23).

A partir da amplificação e sequenciamento do mtDNA foi obtido um trecho de 476 bases pertencente a região D-Loop, o qual não apresentou partes de tRNAs. A análise desta sequência em 139 indivíduos de *P. lineatus* revelou 80 sítios polimórficos e 89 haplótipos diferentes, dos quais 65,16% foram haplótipos únicos, ou seja, presente em apenas um indivíduo. Uma complexa rede de haplótipos foi obtida a partir do grande número de sítios polimórficos e haplótipos encontrado. 71,91% dos haplótipos foram restritos a uma determinada amostra, enquanto que 28,08% foram compartilhados (Figura 50). O maior número de haplótipos diferentes foi obtido para a amostra AGU (30 haplótipos) e o menor para a amostra PEI (8 haplótipos). A diversidade haplotípica ( $h$ ) variou de 0.972 (PEI) a 1.000 (VER), enquanto que a diversidade nucleotídica ( $\pi$ ) variou 0.0102 (PEI) a 0.0195 (PAR) (Tabela 23).

**Tabela 23** - Diversidade genética de *Prochilodus lineatus* em sete locais da bacia do rio Paraná a partir de marcadores microsatélites e DNA mitocondrial. PAR – rio Pardo, VER – rio Verde, PEI – rio do Peixe, MPP – Montante de Porto Primavera, JPP – Jusante de Porto Primavera, AGU- rio Aguapeí e IGU – rio Iguaçu.  $N$  – número de indivíduos analisados,  $A$  – total de alelos,  $N_p$  – número de alelos privados,  $\bar{N}_A$  – média de alelos,  $\bar{N}_E$  – número de alelos efetivos,  $H_o$  – heterozigidade observada,  $H_e$  – heterozigidade esperada,  $F_{IS}$  – coeficiente de endogamia.  $N_h$  – número de haplótipos,  $h$  – diversidade haplotípica,  $\pi$  – diversidade nucleotídica,  $D$  - teste de neutralidade de Tajima (Tajima, 1989),  $F_s$  – teste de neutralidade de Fu (Fu, 1997).

População		Microsatélites								mtDNA					
Local	$N$	$A$	$\bar{N}_p$	$R_A$	$\bar{N}_A$	$\bar{N}_E$	$H_o$	$H_e$	$F_{IS}$	$N$	$N_h$	$h$	$\pi$	$D$	$F_s$
PAR	19	121	21	11.769	17.286	10.114	0.822	0.874	0.067*	17	16	0.993	0.0193	-1.007	-7.146 <sup>#</sup>
VER	11	80	7	11.007	11.429	7.558	0.723	0.830	0.168*	10	9	1.000	0.0135	-1.413	-4.908 <sup>#</sup>
PEI	10	73	4	10.429	10.429	7.853	0.771	0.803	0.122*	9	8	0.972	0.0102	-0.821	-2.784 <sup>#</sup>
MPP	22	125	8	11.207	17.857	11.014	0.776	0.857	0.080*	22	19	0.987	0.0188	-0.719	-7.871 <sup>#</sup>
JPP	31	134	13	10.329	19.143	10.141	0.769	0.829	0.109*	31	25	0.985	0.0195	-1.064	-11.021 <sup>#</sup>
AGU	43	143	12	10.660	20.429	12.627	0.646	0.836	0.234*	34	30	0.991	0.0165	-1.210	-21.470 <sup>#</sup>
IGU	23	103	5	9.856	14.714	9.397	0.634	0.837	0.215*	16	15	0.992	0.0189	-0.137	-6.339 <sup>#</sup>



**Figura 50** – Distribuição e frequência dos 89 diferentes haplótipos da região mitocondrial *D-loop* encontrados entre as amostras de *Prochilodus lineatus* estudadas na bacia do rio Paraná. As fatias coloridas representam haplótipos que são compartilhados entre duas ou mais populações, enquanto que as fatias em branco destacam haplótipos restritos de cada local.

A partir da Análise de Variância Molecular (AMOVA), tanto o DNA nuclear como o mtDNA mostraram que a maior parte da variação molecular ocorre dentro das populações (98.76% e 97.10%), existindo uma baixa porcentagem de variação entre as amostras (1.24% e 2.90%) (Tabela 24). Apenas quatro combinações apresentaram valores significativos para o  $\Phi_{ST}$  par a par do mtDNA (VER x JPP, PEI x JPP, IGU x JPP e AGU x IGU), variando de 0.030 a 0.056. Para os marcadores microssatélites, foi obtido o dobro de valores significativos no  $\Phi_{ST}$  par a par, variando de 0.012 (PAR x AGU e AGU e IGU) a 0.039 (PEI x IGU), enquanto que no índice Dest, metade das combinações apresentaram valores significativos, variando de 0.045 (AGU x IGU) a 0.186 (MPP x PEI) (Tabela 25). A análise da correlação entre distâncias geográficas e diferenciação genética, realizada a partir dos testes de Mantel e Pearson, não apresentou valores significativos.

Os resultados indicaram altos níveis de fluxo gênico entre as amostras estudadas. Para a maioria das amostras foi obtido um padrão de fluxo gênico bidirecional. As maiores estimativas de migração foram observadas entre as amostras AGU, MPP e JPP. As amostras que apresentaram estimativas foram PEI e VER, analisadas com um menor número amostral. A distribuição dos valores de  $\Theta$  e da intensidade (valores > 10 migrantes por geração) e direção de fluxo gênico entre as amostras é apresentada na Figura 51.

**Tabela 24** - Análise da Variância Molecular (AMOVA) para as populações de *Prochilodus lineatus* estudadas no rio Paraná, apresentando a porcentagem de variação dentro das populações e entre as populações.

Varição	d.f.	Sum of squares	Variance components	Porcentagem de variação
Entre populações	6	23,212	0,03128Va	1,24
Dentro da população	311	777,345	2,49950Vb	98,76
Total	317	800,557	2,53078	

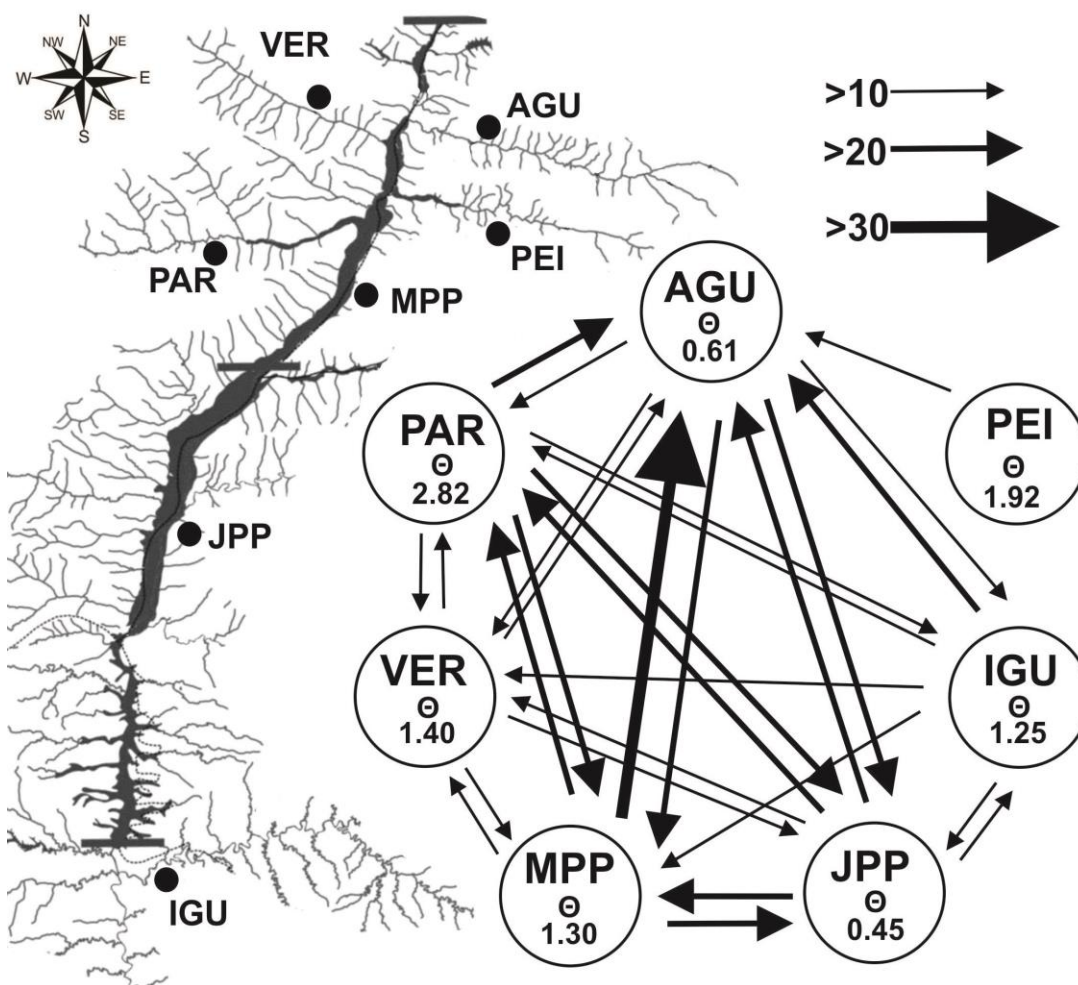
**Fixation Index ( $\Phi_{ST}$ ):** 0,01236\*

\* P < 0.01

**Tabela 25-** Diferenciação genética par a par entre populações de *Prochilodus lineatus* estudadas na bacia do rio Paraná, obtida a partir de marcadores microsatélites e DNAmT.  $\Phi_{ST}$  (parâmetro baseado nas estatísticas  $F$  de Wright), Diagonal superior - Dest – parâmetro de Jost (2008).

Combinações			<i>Microssatélites</i>		<i>DNAmT</i>
			$\Phi_{ST}$	Dest	$\Phi_{ST}$
<b>PAR</b>	x	<b>VER</b>	-0,009	-0,041	0,016
<b>PAR</b>	x	<b>PEI</b>	0,020*	0,102*	0,025
<b>PAR</b>	x	<b>MPP</b>	0,006	0,038	-0,010
<b>PAR</b>	x	<b>JPP</b>	0,010	0,053*	0,006
<b>PAR</b>	x	<b>AGU</b>	0,012*	0,068*	0,018
<b>PAR</b>	x	<b>IGU</b>	0,016*	0,131*	0,033
<b>VER</b>	x	<b>PEI</b>	0,031*	0,131*	0,013
<b>VER</b>	x	<b>MPP</b>	0,004	0,015	0,018
<b>VER</b>	x	<b>JPP</b>	0,008	0,022	0,065*
<b>VER</b>	x	<b>AGU</b>	0,018	0,076*	0,010
<b>VER</b>	x	<b>IGU</b>	0,013	0,052	0,066
<b>PEI</b>	x	<b>MPP</b>	0,037*	0,186*	0,045
<b>PEI</b>	x	<b>JPP</b>	0,036*	0,170*	0,064*
<b>PEI</b>	x	<b>AGU</b>	0,021	0,080*	0,018
<b>PEI</b>	x	<b>IGU</b>	0,039*	0,176*	0,085
<b>MPP</b>	x	<b>JPP</b>	0,002	0,007	-0,005
<b>MPP</b>	x	<b>AGU</b>	0,011	0,046	-0,010
<b>MPP</b>	x	<b>IGU</b>	0,002	0,015	0,007
<b>JPP</b>	x	<b>AGU</b>	0,008	0,032	0,006
<b>JPP</b>	x	<b>IGU</b>	0,005	0,032	0,030*
<b>AGU</b>	x	<b>IGU</b>	0,012*	0,045*	0,030*

\*  $P \leq 0,05$  (teste de significância usando 1023 permutações)



**Figura 51** – Mapa mostrando a estimativa de tamanho efetivo populacional ( $\Theta$ ) e os níveis de fluxo gênico ( $M$ ) entre as amostras de *P. lineatus*. A direção do fluxo gênico é indicada pelas setas. Estimativas de  $M < 10$  não são apresentadas na figura.

## 7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 7.1 Ictioplâncton e recrutamento

Nas duas estações reprodutivas, houve a deriva de ovos e larvas pela escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta, entretanto, estes ocorreram em baixas densidades e com pouca diversidade de espécies, não havendo registros de larvas de espécies migradoras de longas distâncias.

Com respeito aos tributários do reservatório de Porto Primavera, os dados de ovos e larvas reportados neste relatório demonstram que espécies de diferentes famílias, com diferentes estratégias reprodutivas têm se reproduzido nos tributários estudados. Elevadas densidades da família Anostomidae em todos os tributários têm sido encontrada desde a estação reprodutiva de 2007 (Makrakis *et al.*, 2010; Makrakis *et al.*, 2011; Makrakis *et al.*, 2013), o mesmo evidencia um padrão das espécies desta família que têm encontrado condições oportunas para a reprodução nos tributários de Porto Primavera. Considerando estes resultados com as espécies encontradas no estudo de recrutamento, verificamos a presença de várias espécies da família Anostomidae tanto na forma de juvenil como adultos, com elevada abundância da espécie *Schizodon borellii*, o que confirma a reprodução e o desenvolvimento dos membros desta família nestes tributários e especialmente no rio Verde.

Comportamento semelhante têm se verificado para espécie *P. ambrosetti*, que ao longo dos anos se destaca entre as espécies de juvenis amostrados com a rede de plâncton e especialmente no rio Aguapeí. Provavelmente, fatores como condutividade elétrica e turbidez elevada características deste rio, dentre outros fatores, esteja relacionado com as densidades expressivas desta espécie no rio Aguapeí.

As maiores densidades de ovos e larvas foram registradas de novembro a janeiro, resultados que coincidiram com os dados de atividade reprodutiva obtidas no estudo de recrutamento, tendo em vista, que a maior parte das espécies estava apta a reprodução ou maduras neste período. Este período corrobora aos dados emitidos por Vazzoler (1996), segundo esta autora, as espécies de peixes migradoras do rio Paraná apresentam um pico na



reprodução de novembro a fevereiro, sendo o período de reprodução coincidente com aqueles de dias longos e temperatura da água alta, associadas a níveis fluviométricos em elevação.

Em ambos os monitoramentos de ictioplâncton e recrutamento, percebemos o predomínio das espécies não migradoras sem cuidado parental, evidenciando que estas têm conseguido concluir seu ciclo de vida. Espécies com este tipo de estratégia reprodutiva são comuns em todos os tipos de ambientes, mas, sobretudo em ambientes lênticos onde apresentam adaptações respiratórias a períodos de baixa oxigenação, sendo capazes de suportar grandes variações térmicas (Agostinho *et al.*, 2007a). Além disso, tais espécies apresentam reprodução durante período prolongado, desovas parceladas e ovos pequenos (Suzuki *et al.*, 2005).

A análise de espécies indicadoras para larvas demonstrou preferência da espécie migradora de longa distância *P. lineatus* e do táxon *Hemisorubim/Pseudoplatystoma* para o rio Aguapeí. A abundância de *P. lineatus* e de *P. corruscans* verificada no estudo de recrutamento no rio Aguapeí, sendo a maioria da espécie *P. lineatus* no estágio de juvenil, indica que o rio Aguapeí atua como área de desova e desenvolvimento inicial de *P. lineatus*. Segundo Da Silva *et al.* (2014) os reprodutores das espécies migradoras de longas distâncias apresentam preferência pelos tributários de Porto Primavera, sendo que *P. lineatus* têm o rio Aguapeí como sua área de desova. Acredita-se que papel semelhante este rio desempenha para a *P. corruscans* tendo em vista o número expressivo de reprodutores encontrados neste rio.

Analisando os dados de estudo de recrutamento verificamos que a captura de espécies migradoras de longa distância no estágio de juvenil foi reduzida (representando 14% do total). Isto pode ser resultante da ausência de cheias pronunciadas, tendo em vista que as duas etapas reprodutivas apresentaram períodos de seca. As chuvas são tidas como melhor estímulo para a desova, atuando de modo geral na reprodução dos peixes, devido a maior oxigenação da superfície da água, onde ovos e larvas se desenvolvem (Rizzo & Bazzolli, 2014). A enchente é o fator que regula o início da desova, amplia o ambiente, propiciando alimento e abrigo adequado para os diferentes estágios de desenvolvimento dos peixes (Welcomme, 1979; Vazzoler, 1996). Assim a ausência de cheias, explicaria a queda na densidade de ovos e larvas e a redução na diversidade de larvas de espécies migradoras

de longas distâncias durante estas duas estações reprodutivas em relação a períodos anteriores.

Reprodução e recrutamento são fatores interligados, logo uma redução na reprodução pode comprometer o número da população recruta. De acordo com Suzuki *et al.* (2009), a abundância de juvenis de peixes no alto rio Paraná foi maior nos anos de 1992, 1993, 2005 e 2007, quando o nível do rio atingiu valores superiores a 610 centímetros no rio Paraná e 340 cm no rio Ivinheima. Longos períodos com baixos níveis de água podem alterar os estoques das espécies, podendo acarretar em falhas no recrutamento principalmente daquelas de importância comerciais (Gomes & Agostinho *et al.*, 1997).

Os resultados apresentados neste relatório exibem a importância dos diferentes ambientes dos tributários analisados para a reprodução e para o crescimento de várias espécies, incluindo as migradoras de longas distâncias. Também fica clara a influência da ausência de chuvas sobre a reprodução, recrutamento e diversidade de espécies.

## 7.2 Elevador para Peixes

Neste período de monitoramento deste sistema, a transposição das espécies alvo, as migradoras de longa distância (11 espécies), foram pouco representativas em quantidades. No entanto, a transposição de uma espécie considerada sobreploada ou ameaçada de extinção (Decreto do Estado de São Paulo N° 60.133 de 07 de fevereiro de 2014), o jaú, *Zungaro jahu*, um único exemplar transposto, o que chama atenção da necessidade de viabilização da transposição desta espécie, por meio deste sistema. Em contraposição a isto, ocorreram transposições de espécies alóctones, como o tucunaré, que é uma espécie comprovadamente danosa para a ictiofauna da bacia e que jamais deveria ser transposta.

Outro aspecto negativo deste sistema é a necessidade de profissionais capacitados para operá-lo, o que impõe um custo operacional, além das constantes quebras e manutenções inerentes da complexidade do mecanismo. Diante do exposto, a viabilidade da utilização do elevador para peixes deve ser discutida, em um foro específico (Workshop com os órgãos ambientais, pesquisadores e técnicos do setor hidroelétrico), quanto ao seu funcionamento, frequência e período, com objetivo de viabilizar o aporte genético das espécies migradoras de longa distância neotropicais, principalmente para aquela ameaçada

de extinção, bem como o impedimento da transposição das indesejáveis (alóctones e exóticas).

### 7.3 Escada para peixes

A necessidade de se reconhecer o real papel de um sistema de transposição para peixes, bem como, o efeito sobre a comunidade íctica é extremamente fundamental para a tomada de decisão sobre a conservação das espécies (Pompeu *et al.*, 2012). Escadas para peixe na América do Sul tem se tornado um tema polêmico principalmente a partir de 2007. Até então, escadas para peixes eram inseridas sem grande conhecimento sobre sua funcionalidade em relação à atratividade, eficiência e efetividade. Desde então, tem se reforçado o conhecimentos sobre a efetividade das passagem para peixes,

A escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta (Porto Primavera) é um dos sistemas de transposição para peixes mais estudado, quanto a sua eficiência e atratividade na América do Sul, ajudando na compreensão do real papel dos sistemas de transposição.

O monitoramento do período compreendido entre dezembro de 2012 e agosto de 2014, registrou a passagem ascendente, principalmente das espécies de *P. lineatus*, *L. obtusidens* e *R. aspera*. A escada para peixes apresentou grande atratividade para a espécie *P. lineatus*, principalmente para os indivíduos liberados na margem esquerda (EJ1 e EJ2) pontos próximos à escada. Já para os pontos da margem direita (DJ1 e DJ2), a atratividade foi menor. Este comportamento pode ser resultado da influência do fluxo do canal de fuga e da escada para peixes sobre a atratividade para esta espécie, que podem auxiliar no efeito atrativo. A espécie *P. lineatus* não possui grandes problemas em encontrar a escada para peixes (Wagner *et al.*, 2012). No entanto, ao comparar os percentuais de atratividade entre as margens direita e esquerda, percebe-se gradual redução nos indivíduos que conseguem encontrar à escada, obtendo maior sucesso para aqueles que foram liberados na mesma margem da escada.

Em relação a movimentação ascendente de *L. obtusidens*, mesmo com tamanho amostral reduzido em jusante, obteve-se resultados satisfatórios. O elevado registro, em relação à quantidade marcada, sugere que o sistema seja satisfatoriamente atrativo para a espécie, bem como o elevado número de indivíduos com sucesso na passagem ascendente.

Esta alta eficiência na passagem pela escada para peixes pode ser resultante das características hidráulicas da escada e principalmente pelas características morfológicas da espécie, que lhe confere elevado desempenho da capacidade natatória e conseqüentemente, resultados satisfatórios na movimentação ascendente (Assumpção et al., 2012).

A movimentação registrada de *R. aspera* apesar de inesperada, pelo fato de não terem sido marcados neste período, vem a contribuir com importantes informações, proporcionado pela técnica de monitoramento do sistema RFID e respectivas marcas do tipo PIT-tags. Os *R. aspera* foram os primeiros a encontrar a entrada da escada para peixes (Wagner et al., 2012). Este comportamento pode ser explicado pelo período reprodutivo da espécie, compreendido entre outubro e janeiro (Graça & Pavanelli, 2007). Constatado com o período de movimentação ascendente na escada para peixes desta espécie, durante o monitoramento 2012 – 2014, entre os meses de dezembro e janeiro. Informações referentes à passagem de *R. aspera*, em sistemas de transposição podem vir a contribuir com a melhor estratégia de conservação para espécie. Segundo Graça & Pavanelli (2007), a ocorrência da espécie no Alto Paraná é moderada e esforços devem ser realizados para viabilizar o manejo da espécie.

Um ponto amplamente discutido sobre escada para peixes é a limitação da movimentação descendente dos peixes. Geralmente, escadas para peixes são consideradas predominantemente o sentido ascendente de movimentação dos peixes. No entanto, pouco se sabe sobre os movimentos descendente das espécies Neotropicais em escadas para peixes.

Neste monitoramento, foi registrado movimentação descendente na escada para peixes de representantes das espécies: *P. lineatus* e *L. obtusidens* marcadas com PIT-tags. Os registros referem-se aos peixes marcados em montante, que realizaram movimentação descendente, bem como, de peixes que foram marcados a jusante da UHE Engenheiro Sergio Motta, realizaram a movimentação ascendente e posteriormente realizam movimentos descendentes. Os resultados referentes a movimentação descendente para *P. lineatus* e *L. obtusidens* demonstram satisfatória permeabilidade do sistema de transposição para peixes.

Altos níveis de diversidade genética, tanto para o DNA nuclear quanto para o mtDNA, foram obtidos para amostras de *P. lineatus* em trechos da calha principal do alto rio Paraná e tributários. Embora seja importante um conjunto maior de informações para extrapolar a história demográfica destas populações, o presente estudo não encontrou indicativos de gargalos genéticos para as amostras. Alguns haplótipos mitocondriais

apresentam uma grande relação com haplótipos anteriormente repostados em diferentes locais da bacia do rio Paraná e outras bacias conectadas, destacando a capacidade de migração da espécie, mas também chamando a atenção para os cuidados em programas de repovoamento.

Importantes contribuições também puderam ser obtidas a partir do estudo da estrutura genética e do fluxo gênico. Altos níveis de fluxo gênico e baixas diferenças genéticas parecem ser mantidos mesmo com a presença de dois grandes barramentos na área de estudo, o que poderia ser atribuído a alguns níveis de conectividade rio acima, mantidos pelos sistemas de transposição para peixes. Em ambas as análises os resultados destacam a importância dos tributários para os padrões migratórios de *P. lineatus* no rio Paraná. Além disso, os resultados sugerem que alguns tributários, como o rio Aguapeí, tendem a serem utilizados com maior intensidade, possivelmente por indivíduos de diferentes estoques, representando deste modo, uma área reprodutiva primordial para a espécie. Embora sejam necessários mais estudos para que estes resultados possam ser extrapolados para outras espécies, os padrões observados constituem um conhecimento fundamental, o qual corrobora informações ecológicas obtidas anteriormente e pode servir como embasamento para futuras ações de manejo e conservação da espécie e de seus ambientes de reprodução.

Considerando os resultados dos tributários preferenciais para desova e recrutamento das espécies migradoras. Considerando a permeabilidade demonstrada pelos movimentos bidirecionais dos peixes na escada. Considerando a confirmação dos elevados valores de fluxo genético de *P. lineatus* para determinados locais, preferencialmente o rio Aguapeí. Recomendamos que o rio Aguapeí seja protegido na sua totalidade, ou seja, ampliando a atual unidade de conservação, estendendo a área que vai do município de Junqueirópolis até a nascente deste tributário. Além disso, recomendamos que no rio Verde não seja mais concebidos empreendimentos hidroelétricos, considerando que é também um importante tributário para a desova e recrutamento de espécies migradoras do Reservatório de Porto Primavera (Da Silva *et al.*, 2014).

Os resultados deste estudo tem valiosa importância para o setor hidroelétrico, devido aos questionamentos e publicações que consideram os sistemas de transposição para peixes ineficientes para minimizar o impacto de bloqueio imposto pela barragem. Também, alguns resultados deste estudo, associado ao sistema RFID instalado na Itaipu Binacional, sugerem ocorrências de movimentos descendentes pelas turbinas e/ou vertedouros, o que

demonstra a vital importância da continuidade deste estudo, para contribuir com a sustentabilidade da matriz hidroelétrica brasileira. Diante do exposto, a participação da Universidade (Unioeste/GETECH) na continuidade deste estudo é fundamental para a validação, o reconhecimento e a divulgação para sociedade em geral das informações que poderão ser geradas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Agostinho, A. A, Gomes, L. C., Pelicice, F. M. 2007a. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Eduem, Maringá, 512 p.

Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Suzuki, H.I. & Júlio Jr, H.F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin Brazil. In: Carolsfeld, J., Harvey, B., Ross, C. & Baer, A., eds. Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status. Vitoria: World Bank, pp. 19-89.

Agostinho, A.A., Marques, E.E., Agostinho, C.S., De Almeida, D.A., De Oliveira, R.J. & De Melo, J.R. B. 2007b. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? Neotropical Ichthyology, 5:121- 30.

Agostinho, A.A., Miranda, L. E., Bini, L. M., Gomes, L.C., Thomaz, S. M., Suzuki, H.I. 1999. Patterns of colonization in neotropical Reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi, J. G., and Straskraba, M. (eds.). Theoretical Reservoir Ecology and its applications. International Institute of Ecology (IIE), Brazilian Academy of Sciences and Backuys Publishers, pp. 227- 265.

Allison, P. D. 2010. Survival Analysis Using SAS® : A Practical Guide, Second Edition. Cary, United States, 324 pp.

Assumpção, L., Makrakis, M. C., Makrakis, S., Wagner, R. L., Sarai, P., Lima, A. F. & Kashiwaqui, E. A. L. 2012. The use of morphometric analysis to predict the swimming efficiency of two Neotropical long-distance migratory species in fish passage. 10: 797–804.

Britski, H.A., Silimon, K.Z.S & Lopes, B.S. 2007. Peixes do Pantanal: manual de identificação. Brasília, Embrapa, 2(1). 230p.

tCastro-Santos T, Haro A. 2003. Quantifying migratory delay: a new application of survival analysis methods. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 60: 986-996.

Da Silva, P.S., Makrakis, M.C., Miranda, L.E., Makrakis, S., Assumpção, L., Paula, S., Dias, J.H.P. and Marques, H. (2014), Importance of reservoir tributaries to spawning of migratory fish in the upper paraná river. River Research and Applications doi: 10.1002/rra.2755

Gomes, L.C & Agostinho, A.A. 1997. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimbá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in Upper Paraná River, Brazil. Fisheries Management and Ecology, 4(4): 263–274.

Graça, W. J. & Pavanelli, C. S. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. EDUEM, Maringá, 241 pp.

Haro, A., 2002. Manual for Operation of TIRFID PIT tag Systems. CAFRC - S. O. Conte Anadromus Fish Research Center, Turners Falls - Montague, 19 pp.

Kaplan, E. L, Meier, P. 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. Journal of the American Statistical Association 53: 457-481.

Lucas, M.C. & Baras, E. 2001. Migration of freshwater fishes. Oxford, Blackwell Science Ltd.

Makrakis, M.C., Da Silva, P.S., Andrade, F. F., Azevedo, A.V., Assumpção, L., Lima, A.F., Makrakis, S. Monitoramento do Ictioplâncton na Escada para Peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em Tributários do Reservatório de Porto Primavera, Rio Paraná (Relatório Anual 2008-2009). 2010. (Relatório de pesquisa).

Makrakis, M.C., Makrakis, S., Da Silva, P.S., Assumpção, L. Monitoramento do Ictioplâncton na Escada para Peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta e em Tributários do Reservatório de Porto Primavera, Rio Paraná (Relatório Anual 2009-2010). 2011. (Relatório de pesquisa).

Makrakis, S. Makrakis, M.C. 2012. Fish lifits in South America. In. Gough, P. Philipsen, P. Schollema, P. & Wannigen, From sea to source: international guidance for the restoration of fish migration highways. Netherlands. p. 174-175

Makrakis, S., L. C. Gomes, M. C. Makrakis, R. L. Wagner & J. H. P. Dias. 2007. Utilization of the fish ladder at the Engenheiro Sergio Motta Dam, Brazil, by long distance migrating potamodromous species. Neotropical Ichthyology, 5(2): 197-204.

Makrakis, S., Miranda, L.E., Gomes, L.C., Makrakis, M.C. & Junior, H.M.F. 2011. Ascent of Neotropical Migratory Fish in the Itaipu Reservoir Fish Pass. River Research and Applications, 27: 511–519.

Mantel N. 1966. Evaluation of survival data on two new rank order statistic arising in its consideration. Cancer Chemotherapy Reports 50: 163-170.

Nakatani, K.; A. A. Agostinho; A. Bialezki; G. Baumgartner; P. V. Sanches; M. C. Makrakis; C. S. Pavanelli. 2001. Manual de identificação de ovos e larvas de peixes brasileiros de água doce. Maringá: EDUEM, 2001.v.1. 378p.

Nakatani, K.; Bialezki, A.; Baumgartner, G.; Sanches, P. V.; Makrakis, M. C. 2004. Temporal and spatial dynamics of fish eggs and larvae. In: S. M. Thomaz, A. A. Agostinho and N. S. Hahn (eds.) The Upper Paraná River Floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden, Backhuys Publishers. 1-30pp.

Paiva, M. P. 1982. Grandes represas do Brasil. Brasília, Editerra, 247p.



Pompeu, P. S., A. A. Agostinho, & F. M. Pelicice, 2012. Existing and future challenges : the concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications* 512: 504–512.

Rizzo, Elizete Bazzoli, Nilo. Reprodução e embriogênese. In: Bernardo Baldisserotto; José Eurico Possebon Cyrino; Elisabeth Criscuolo Urbinati. (Org.). *Biologia e Fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. 1ed. Jaboticabal, SP: Fundação de apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, UNESP, 2014, v. , p. 265-284.

Suzuki, H.I., Agostinho, A.A., Bailly, D., Gimenes, M.F., Júlio-Junior, H.F., & Gomes, L.C. 2009. Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory fishes in the Upper Paraná River floodplain: relations with hydrographic attributes. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2, Suppl.), 649-660. Retrieved April 03, 2013, from <http://www.scielo.br>

Suzuki, H.I., Bulla, C.K., Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. Estratégias reprodutivas das assembleias de peixes de reservatórios do Estado do Paraná e bacias limítrofes. 2005. In: Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A.A & Gomes, L. C. (ed.) *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. Editora Rima, São Carlos, pp.223 – 242.

Vazzoler, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM. 169p. 1996.

Vazzoler, A.E.; Suzuki, H.I.; Marques, E.E.; Lizama, M. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. Pp. 249-266. In: Vazzoler, A.E.A.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Ed). *A planície de inundação do Alto rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 1997, 406p.

Wagner, R. L., Makrakis, S. Castro-Santos T., Makrakis M. C., Dias, J. H. P. & Belmont, R. A. F. 2012. Passage performance of long-distance upstream migrants at a large dam on the Paraná River and the compounding effects of entry and ascent. *Neotropical Ichthyology* 10: 785–795.

WELCOMME, R.L., 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. London: Longman Inc. 317p.

Toledo, 26 de Janeiro de 2015

Maristela C. Makrakis

PROF<sup>a</sup>. MARISTELA CAVICCHIOLI MAKRAKIS  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Coordenadora do Projeto

## ANEXO

# Relação de publicações e orientações resultantes da pesquisa

### Artigos completos publicados em periódicos

1. DA SILVA, P. S., **Makrakis, M. C.**, Miranda, L. E., MAKRAKIS, S., ASSUMPCÃO, L., Paula, S., Dias, J. H. P., Marques, H. IMPORTANCE OF RESERVOIR TRIBUTARIES TO SPAWNING OF MIGRATORY FISH IN THE UPPER PARANÁ RIVER. Rivers Research and Applications (Print). p.n/a - n/a, 2014.
2. LIMA, A. F., **MAKRAKIS, M. C.**, SILVA, Patrícia Sarai da, Azevedo, A. V., MAKRAKIS, S., ASSUMPCÃO, Lucileine de, Andrade, F. F., DIAS, João Henrique Pinheiro. Padrões de distribuição e ocorrência espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí-Bacia do alto rio Paraná. Revista Brasileira de Biociências (Online), v.11, p.7 - 13, 2013.
3. **Makrakis, M. C.**, Miranda, L. E., Makrakis, S., Fontes Júnior, H. M., Morlis, W. G., Dias, J. H. P., Garcia, J. O. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. Journal of Fish Biology , v.81, p.866 - 881, 2012.
4. WAGNER, Ricardo Luiz, MAKRAKIS, Sérgio, Castro-Santos, **Makrakis, M. C.**, DIAS, João Henrique Pinheiro, BELMONT, R. A. F. Passage performance of long-distance upstream migrants at a large dam on the Paraná River and the compounding effects of entry and ascent. Neotropical Ichthyology (Impresso), v.10, p.785 - 795, 2012.
5. ASSUMPCÃO, Lucileine de, **Makrakis, M. C.**, MAKRAKIS, Sérgio, WAGNER, Ricardo Luiz, SILVA, Patrícia Sarai da, Kashiwaqui, E. A. L. The use of morphometric analysis to predict the swimming efficiency of two Neotropical long-distance migratory species in fish passage. Neotropical Ichthyology (Impresso), v.10, p.797 - 804, 2012.

### Capítulos de livros publicados

1. Makrakis, M. C., Silva, Patrícia Sarai da, Makrakis, Sérgio, Lima, A. F., Assumpção, Lucileine de, Paula, S., Miranda, L. E., DIAS, João Henrique Pinheiro. SPAWNING AND NURSERY HABITATS OF NEOTROPICAL FISH SPECIES IN THE TRIBUTARIES OF A REGULATED RIVER In: Larvae: Morphology, Biology and Life Cycle.1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2012, v.1, p. 153-166.

### Trabalhos publicados em anais de eventos (completo)

1. RIBEIRO, S. S., SILVA, Patrícia Sarai da, ASSUMPCÃO, Lucileine de, REFFATI, A., NETTSON, L. V., MAKRAKIS, Sérgio, **Makrakis, M. C.** DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE OVOS E LARVAS DE PEIXES NO RIO VERDE-MS, ALTO RIO PARANÁ In: XXVIII Encontro Anual de Iniciação Científica, 2014, Londrina.
2. NETTSON, L. V., **Makrakis, M. C.**, SILVA, Patrícia Sarai da, Chlusewicz, T. V., MAKRAKIS, S., Marques, H. Ocorrência de juvenis e adultos de peixes migradores de longa distância no rio Verde, bacia do Alto rio Paraná In: I SIMPÓSIO SUL-SUDESTE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA, 2013
3. PIN, B. K., **Makrakis, M. C.**, SILVA, Patrícia da. VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS NA COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTIOPLÂNCTON NO RIO PARDO, ALTO RIO PARANÁ, MATO GROSSO DO SUL In: 22o EAIC e 3o EAITI, 2013, Foz do Iguaçu.
4. MAKRAKIS, Sérgio, FONTES JÚNIOR, Hélio Martins, **Makrakis, M. C.**, FERNANDEZ, Domingo Rodriguez, DIAS, João Henrique Pinheiro, BELMONT, R. A. F. Downstream migration of Neotropical potamodromous species through hydroelectric reservoir: myth or reality? In: II International Symposium on Fish Passages in South America, 2012, Toledo-PR.
5. SILVA, Patrícia Sarai da, **Makrakis, M. C.**, Andrade, F. F., ASSUMPCÃO, Lucileine de, Azevedo, A. V., Makrakis, S., DIAS, João Henrique Pinheiro, Marques, H. Downstream passage of fish eggs and larvae through the Porto Primavera fish ladder, Upper Paraná River, Brazil In: II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FISH PASSAGES IN SOUTH AMERICA, 2012, Toledo-PR.
6. SILVA, Patrícia Sarai da, **MAKRAKIS, M. C.**, ASSUMPCÃO, Lucileine de, Paula, S., Makrakis, S., DIAS, João Henrique Pinheiro, Marques, H. Preferential spawning areas of Neotropical migratory fish species in tributaries of Porto Primavera Reservoir, Upper Paraná Rive In: II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FISH PASSAGES IN SOUTH AMERICA, 2012, TOLEDO-PR.

### Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo)

1. MAKRAKIS, Sérgio, Castro-Santos, **Makrakis, M. C.**, BELMONT, R. A. F., DIAS, João Henrique Pinheiro, CELESTINO, L. INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL COVARIATES IN THE TIME TO ENTER A FISH LADDER IN THE PARANÁ RIVER FOR FOUR NEOTROPICAL MIGRATORY FISH SPECIES In: 10th International Congress of Fish Biology, 2014, Madison-Estados Unidos.
2. Chlusewicz, T. V., **MAKRAKIS, M. C.**, SILVA, Patrícia Sarai da, MAKRAKIS, S., PIN, B. K., Marques, H. Caracterização das assembleias de peixes em dois ambientes

distintos no rio Pardo, alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul In: XX Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2013, Maringá.

3. SILVA, Patrícia Sarai da, **MAKRAKIS, M. C.**, ASSUMPÇÃO, Lucileine de, MAKRAKIS, S., Marques, H. Composição da ictiofauna em dois ambientes distintos de três tributários do reservatório de Porto Primavera, alto rio Paraná, Brasil In: XX Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2013, Maringá.

### **Palestras**

1. **Makrakis, S. Passagens para peixes no Brasil: realidades e semelhanças**, 2013. Workshop sobre Comportamento Migratório de Peixes – Itaipu Binacional.

2. **Makrakis, S. Assessment and monitoring of fish passages (Moderador de Mesa Redonda)**, 2012. (II SYMPASS – Toledo/PR)

3. **Makrakis, M. C. ; S. Makrakis. Fishing for the Environment in Brazil: Hydropower and Fish Migration**, 2014. (World Water Week - Estocolmo)

4. **Makrakis, M. C. Comportamento Migratório de Peixes no rio Paraná**, 2013. Workshop sobre Comportamento Migratório de Peixes– Itaipu Binacional.

### **Dissertações de mestrado: orientador principal**

1. Miriam Carla Mumbach. **Padrão migratório do curimba, Prochilodus lineatus, na bacia do rio Paraná**. 2014. Dissertação (CONSERVAÇÃO E MANEJO DE RECURSOS NATURAIS) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

### **Trabalhos de conclusão de curso de graduação**

1. Karol Dencher Cassiano. **Composição e Abundância de Juvenis de Peixes no Rio Aguapeí e em uma Lagoa Marginal - SP, Alto Rio Paraná**. 2013. Curso (Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

2. Tiago Vitor Chlusewicz. **Caracterização das assembleias de peixes em dois ambientes distintos no rio Pardo, alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul**. 2012. Curso (Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

### **Iniciação científica**

1. Karol Dencher Cassiano. **Avaliação da composição e abundância de juvenis de peixes em lagoas marginais do rio Aguapeí, Alto rio Paraná rio Aguapeí, alto rio Paraná (PICV/Unioeste/PRPPG)**. 2013. Iniciação científica (Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

2. Silmara Silvia Ribeiro. **Distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes no Rio Verde-MS, Alto rio Paraná.** 2013. Iniciação científica (Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

3. Bruna Karine Pin. **Variações espaciais e temporais na composição e abundância do ictioplâncton no rio Pardo, alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul.** 2013. Iniciação científica (Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

#### **Participação em eventos**

#### **Organização de evento**

1. II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FISH PASSAGES IN SOUTH AMERICA, 2012, Toledo-PR, 05 a 09/11/2012. (Outra Organização de evento).