

**SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DO SISTEMA DE  
TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES, BIOTELEMETRIA E MONITORAMENTO  
GENÉTICO DA ICTIOFAUNA DO AHE SIMPLÍCIO**

**4º RELATÓRIO (SEMESTRAL) DE MONITORAMENTO  
DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES**



**Novembro de 2014**

## 1. EQUIPE TÉCNICA

### COORDENAÇÃO:

Bióloga MSc. Wilma Maria Coelho	CRBIO 008586/04-D CTF 5053039
---------------------------------	----------------------------------

### EQUIPE DE CAMPO E ESCRITÓRIO:

Biólogo Dr. Thiago Cotta Ribeiro (Revisão do relatório)	CRBIO 037316/04-D CTF 2085398
Bióloga MSc. Rhuana Thayná B. Nascimento (Execução do relatório)	CRBIO 070710/4-D CTF4711064
Biólogo Esp. Cleuber Castro	CRBIO 087805/04-D CTF 5093001
Guilherme de Melo Rodrigues (estagiário)	Pontifícia Universidade Católica de Goiás

## ÍNDICE

1.	EQUIPE TÉCNICA.....	2
2.	MONITORAMENTO DO STP.....	8
2.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	8
2.2.	INTRODUÇÃO.....	8
2.3.	OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO.....	9
2.4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.	MONITORAMENTO POR VÍDEO.....	59
4.	MONITORAMENTO GENÉTICO.....	71
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO RELATÓRIO.....	76
6.	ACERVO FOTOGRÁFICO DOS PEIXES COLETADOS DURANTE AS CAMPANHAS DO MONITORAMENTO DO STP DA BARRAGEM DO AHE ANTA.....	78
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
8.	ANEXOS.....	88

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pontos de coleta para o Monitoramento do STP da barragem de Anta, área de influência da AHE Simplício. A = Ponto P1; B = Ponto P2 e C = Ponto P3. ....	11
<b>Figura 2.</b> Metodologia de coleta utilizada durante o monitoramento do STP de Anta na área de influência da AHE Simplício. ....	14
<b>Figura 3.</b> Triagem dos exemplares coletados da ictiofauna durante o monitoramento do STP de Anta na área de influência da AHE Simplício. A e B = Medição (cm); C e D = Análise das gônadas; E = Pesagem (g). ....	15
<b>Figura 4.</b> Rede de ictioplâncton com fluxômetro acoplado a boca da rede para estimar o volume de água filtrada durante a coleta do ictioplâncton no Monitoramento do STP de Anta. ....	15
<b>Figura 5.</b> Metodologia utilizada para coleta do Ictioplâncton no STP de Anta na área de influência do AHE Simplício. ....	16
<b>Figura 6.</b> Área onde foi instalado o equipamento de filmagem no STP da barragem de Anta durante os meses de janeiro a outubro de 2014. ....	18
<b>Figura 7.</b> Triagem das amostras de ictioplâncton sob lupa estereoscópica, coletadas durante o Monitoramento no STP do AHE Anta. ....	24
<b>Figura 8.</b> Percentual da abundância relativa (%) por ordem. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP da barragem de Anta. ....	29
<b>Figura 9.</b> Espécie <i>Apareiodon</i> sp. (canivete) representante da ordem Characiformes, coletada durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta. ....	30
<b>Figura 10.</b> Percentual da abundância relativa (%) por família. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro (chuva) durante o Monitoramento no STP da barragem de Anta área de influência da AHE Simplício. ....	31
<b>Figura 11.</b> Espécie <i>Oligosarcus hepsetus</i> representante da família Characidae, coletada durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta. ....	32
<b>Figura 12.</b> Percentual (%) da abundância relativa por espécie coletado A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta. ....	34
<b>Figura 13.</b> Espécie representatividade ao longo das campanhas <i>Astyanax bimaculatus</i> (lambari) do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	35
<b>Figura 14.</b> Curva de acumulação de espécies (Curva do Coletor) e riqueza estimada (Jackknife 1ª Ordem) da ictiofauna coletadas durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta. ....	38
<b>Figura 15.</b> Índice de diversidade e equitabilidade registrados para os pontos amostrados durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	40

<b>Figura 16.</b> Índice de similaridade Bray-Curtis para assembléias de peixes coletados ao longo dos pontos amostrais nas campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	41
<b>Figura 17.</b> Percentual do comprimento padrão da ictiofauna. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta. ....	43
<b>Figura 18.</b> Classificação dos peixes quanto a sua classe de comprimento (cm). A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta. ....	45
<b>Figura 19.</b> Ordenação dos pontos amostrais pelo grupo funcional classe de comprimento. A = Campanhas e B = Classe de comprimento. ....	47
<b>Figura 20.</b> Classificação das espécies quanto à guilda trófica de acordo com referência bibliográfica disponível. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta. .	50
<b>Figura 21.</b> Ordenação dos pontos amostrais pelo grupo funcional guilda trófica. A = Campanhas e B = Guildas tróficas.....	52
<b>Figura 22.</b> Análise do estágio de maturação gonadal (EMG) da ictiofauna coletada. A = proporção de machos(M) e fêmeas (F) e B = estagio reprodutivo das espécies analisadas ao longo das campanhas já realizadas do Monitoramento no STP de Anta. ....	55
<b>Figura 23.</b> <i>Pimelodus maculatus</i> (mandi) espécie alvo coletada até a referida campanha do Monitoramento do STP da barragem de Anta.....	57
<b>Figura 24.</b> Percentual da abundância relativa (%) por ordem (A) e família (B) da ictiofauna observada nas filmagens durante o Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	63
<b>Figura 25.</b> Número de indivíduos por espécies observadas durante a filmagem ao longo do Programa de Monitoramento da Ictiofauna no STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	64
<b>Figura 26.</b> Exemplos de observações de peixes subindo o STP da barragem do AHE Anta. A = <i>Prochilodus lineatus</i> (curimatá); B = <i>Astyanax bimaculatus</i> (lambari); C = <i>Leporinus</i> sp. (piauí) D, E = <i>Apareiodon</i> sp. e F = <i>Oligosarcus hepsetus</i> .....	66
<b>Figura 27.</b> Aspectos de predação observado ao longo do Sistema de Transposição de Peixes da barragem do AHE Anta. A = Espécime de <i>Astyanax bimaculatus</i> (lambari) realizando deslocamento ascendente e B = Espécime de <i>Hoplias</i> sp. (traíra) tentando se alimentar. ....	67
<b>Figura 28.</b> Distribuição temporal observada da ictiofauna ao longo dos meses no qual o equipamento ficou ligado. ....	68
<b>Figura 29.</b> Distribuição nictemeral observada das assembléias de peixes ao longo do STP da barragem do AHE Anta. ....	69
<b>Figura 30.</b> Curva de acumulação de espécies (Curva do Coletor) e riqueza estimada (Jackknife 1ª Ordem) da ictiofauna observada ao longo dos dias de amostragem do Monitoramento no STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	70
<b>Figura 31.</b> Metodologia de coleta da nadadeira caudal das espécies da ictiofauna selecionadas para análise genética do Subprograma do Monitoramento Genético na barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício.....	72
<b>Figura 33.</b> Exemplares coletados durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício. A = <i>Apareiodon</i> sp.	

(canivete); B = *Astyanax bimaculatus* (lambari); C = *Oligosarcus hepsetus* (peixe-cachorro); D = *Hypostomus punctatus* (cascudo); E = *Pogonopoma parahybae* (cascudo); F = *Pimelodus maculatus* (mandi); G = *Pimelodus fur* (mandi); H = *Cichla ocellaris* (tucunaré) I = *Rineloricaria* sp. (cascudo); J = *Hypostomus affinis* (cascudo); L = *Astyanax fasciatus* (lambari) e M = *Callicthys callicthys* ..... 79

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Pontos de coleta do material ictiológico dentro do STP da barragem de Anta. ....	11
<b>Tabela 2.</b> Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna coletados durante a campanha realizada em novembro/2014 (chuva) do Programa de Monitoramento do STP na área de influência da AHE Simplício. ....	25
<b>Tabela 3.</b> Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna coletados durante as campanhas do Programa de Monitoramento do STP na área de influência da AHE Simplício. ....	26
<b>Tabela 4.</b> Índice de Importância Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de abril/2014 do Monitoramento do STP da barragem de Anta. ....	36
<b>Tabela 5.</b> Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de junho/2014 do Monitoramento do STP de Anta. ....	36
<b>Tabela 6.</b> Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de agosto/2014 do Monitoramento do STP de Anta. ....	37
<b>Tabela 7.</b> Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de novembro/2014 do Monitoramento do STP de Anta. ....	37
<b>Tabela 8.</b> Índice de diversidade e equitabilidade registrados para os pontos amostrados durante as campanhas do Monitoramento do STP de Anta durante as campanhas já realizadas. ....	39
<b>Tabela 9.</b> Índice de similaridade Bray-Curtis para assembléias de peixes coletados ao longo dos pontos amostrais nas campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	40
<b>Tabela 10.</b> Classificação da constância para as assembléias de peixes coletadas durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	41
<b>Tabela 11.</b> Classificação das espécies em classe de comprimento (cm), coletadas ao longo dos pontos amostrais durante as campanhas do Monitoramento do AHE Anta. ....	44
<b>Tabela 12.</b> Resultado estatístico da análise de ordenação de componente principal (ACP) para o descritor classe de comprimento. Os valores em negrito representam as maiores contribuições. ....	46
<b>Tabela 13.</b> Classificação das espécies quanto à guilda trófica de acordo com referência bibliográfica disponível. ....	49
<b>Tabela 14.</b> Resultado estatístico da análise de ordenação de componente principal (PCA) para o descritor guilda trófica. Os valores em negrito representam as maiores contribuições. ....	51
<b>Tabela 15.</b> Proporção de machos(M) e fêmeas (F) coletados e os estagio reprodutivo das espécies analisadas durante o Programa de Monitoramento no STP de Anta na área de influência da AHE Simplício. ....	54
<b>Tabela 16.</b> Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna detectadas subindo o STP (Janeiro a junho/ 2014) da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício. ....	61
<b>Tabela 17.</b> Exemplares das espécies capturadas para coleta da nadadeira dorsal para análise genética. ....	73

## **2. MONITORAMENTO DO STP**

### **2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O presente documento apresenta o relatório semestral com os resultados do Monitoramento do Sistema de Transposição das campanhas de abril/14, junho/14, agosto/2014 (período seco) e novembro (período chuvoso). Este relatório contempla o Subprograma de Monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes, Biotelemetria e Monitoramento Genético da ictiofauna na área de influência da AHE Simplício. Conforme condicionantes 2.35 e 2.36 da Licença de Operação nº 1074/2012 e ACCTMB nº 417/2014 1ª Retificação do IBAMA, emitida em 21 de maio de 2014.

### **2.2. INTRODUÇÃO**

A matriz energética brasileira é predominantemente hidrelétrica. Mesmo com todos os avanços na produção de energia elétrica por fontes alternativas, não conseguimos alcançar a demanda necessária do país. Isso torna indispensável a implantação de novas usinas hidrelétricas. Apesar dos benefícios energéticos, os aproveitamentos hidrelétricos estão associados a impactos ambientais. Dentre eles merece destaque a interferência nas populações de peixes, especialmente de espécies migratórias (CARNEIRO-JR, 2008).

A migração reprodutiva (piracema) dos peixes neotropicais exerce um papel fundamental no sucesso reprodutivo dessas espécies. A migração permite a busca de ambientes adequados para a fertilização dos ovos, desenvolvimento inicial e condições de baixa predação (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Os peixes que realizam a migração reprodutiva possuem idade maior que 2 ou 3 anos (ABEL-FILHO, 2010). Mais de 20% da ictiofauna brasileira é composta por espécies que realizam migrações (MARTINS, 2005).

Nesse contexto, na tentativa de minimizar esses impactos, os STPs constituem solução clássica na restauração da conectividade longitudinal entre sítios de alimentação e desova em rios (CARNEIRO-JR, 2008). O STP pode

ser definido como um dispositivo para atrair e conduzir seguramente a migração de peixes: trófica e reprodutiva, aos seus ambientes (LARINIER,1990). No entanto, Morishita (1995) sugere a ampliação da dimensão simplista de concepção de um STP como sendo apenas uma passagem para peixes migradores, pois assim se exclui outros importantes organismos que também utilizam este sistema. Indicando o termo de biopassagem (bio-path) definido como estrutura artificial em águas continentais na qual os organismos utilizam para migração reprodutiva, trófica ou simplesmente deslocamento.

O referido subprograma faz parte do Programa de Conservação e Monitoramento da Ictiofauna, proposto no Projeto Básico Ambiental da AHE Simplício em conformidade a legislação pertinente. Cabe ressaltar a importância dos estudos nos reservatórios brasileiros, visto que a compreensão das etapas envolvidas no processo de formação e funcionamento dos mesmos representa hoje, um desafio para a mitigação dos impactos e o manejo desses ecossistemas artificiais.

### **2.3. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO**

#### **Objetivo Geral**

O presente subprograma tem como objetivo avaliar a eficiência do STP da barragem de Anta. Para isso, será analisada a diversidade e a dinâmica espaço-temporal das assembléias de peixes que utilizam este STP. Também faz parte do objetivo geral avaliar se o STP da barragem de Anta serve como passagem descendente de ovos e larvas para os trechos a jusante.

#### **Objetivos específicos**

- a) Avaliar a seletividade do STP da barragem de Anta;
- b) Avaliar a eficiência do STP da barragem de Anta sob a visão conservacionista da biodiversidade ictiofaunística;

- c) Avaliar o comportamento das espécies atraídas pelo canal de fuga do AHE de Simplício em relação à atração exercida pelo STP da barragem de Anta;
- d) Avaliar a presença de movimentos descendentes de adultos, jovens, larvas e ovos pelo STP da barragem de Anta;
- e) Avaliar a diversidade e a dinâmica espacial/temporal das espécies que utilizam efetivamente o STP da barragem de Anta;
- f) Avaliar possíveis impactos da operação do UHE Anta e do AHE Simplício sobre a ictiofauna;
- g) Gerar informações científicas.

## **2.4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE MANEJO E ESTUDO**

#### **Ictiofauna**

Em conformidade com o Termo de Referência do subprojeto, as coletas de peixes para o Monitoramento do Sistema de Transposição (STP) da barragem de Anta foram realizadas em três pontos de coleta dentro da estrutura (Tabela 1 e Figura 1). Em cada ponto de coleta a captura de peixes foi realizada em dois degraus-tanque somando aproximadamente 8m<sup>2</sup> de área amostrada em cada ponto de coleta. A periodicidade das campanhas será bimestral, no entanto, durante o período de piracema (novembro a fevereiro) as campanhas serão mensais.

#### **Ictioplâncton**

Para o monitoramento do ictioplâncton no interior do STP da barragem de Anta, as amostras foram coletadas nos mesmos pontos utilizados para as coletas do monitoramento da ictiofauna neste STP. Foi utilizada uma rede

cônica, com malha de 500 µm e fluxômetro acoplado, em coleta ativa durante 10 minutos.

**Tabela 1.** Pontos de coleta do material ictiológico dentro do STP da barragem de Anta.

Ponto	Descrição	Coordenada	Metodologia
P1	Na região próxima a entrada da escada	23 K 706375/7561850	Puçá/Tarrafa/Rede de Arrasto
P2	Na região mediana da escada	23 K 706316/7561846	Puçá/Tarrafa/Rede de Arrasto
P3	Na região próxima a saída da escada	23 K 706239/7561867	Puçá/Tarrafa/Rede de Arrasto



**Figura 1.** Pontos de coleta para o Monitoramento do STP da barragem de Anta, área de influência da AHE Simplício. A = Ponto P1; B = Ponto P2 e C = Ponto P3.

## **PROTOCOLO AMOSTRAL**

### **Monitoramento por Amostragem na Escada de Peixes**

#### **Ictiofauna**

Seguindo a exigência do TR do subprojeto, três ações de captura de peixes foram realizadas em intervalos de 8h em cada um dos pontos de coleta. Para a captura dos peixes (Figura 2) o esforço amostral foi padronizado através de três metodologias sistematizadas:

➤ **Puçá**

O esforço de captura em cada ponto foi realizado por dois pesquisadores utilizando puçás retangulares de 1,20 m x 0,70 m.

➤ **Tarrafa**

A coleta com tarrafa foi realizada nos pontos de coleta (degraus-tanque). Foram utilizadas tarrafas com esforço de coleta em média de 20 lances por ponto.

➤ **Rede de arrasto**

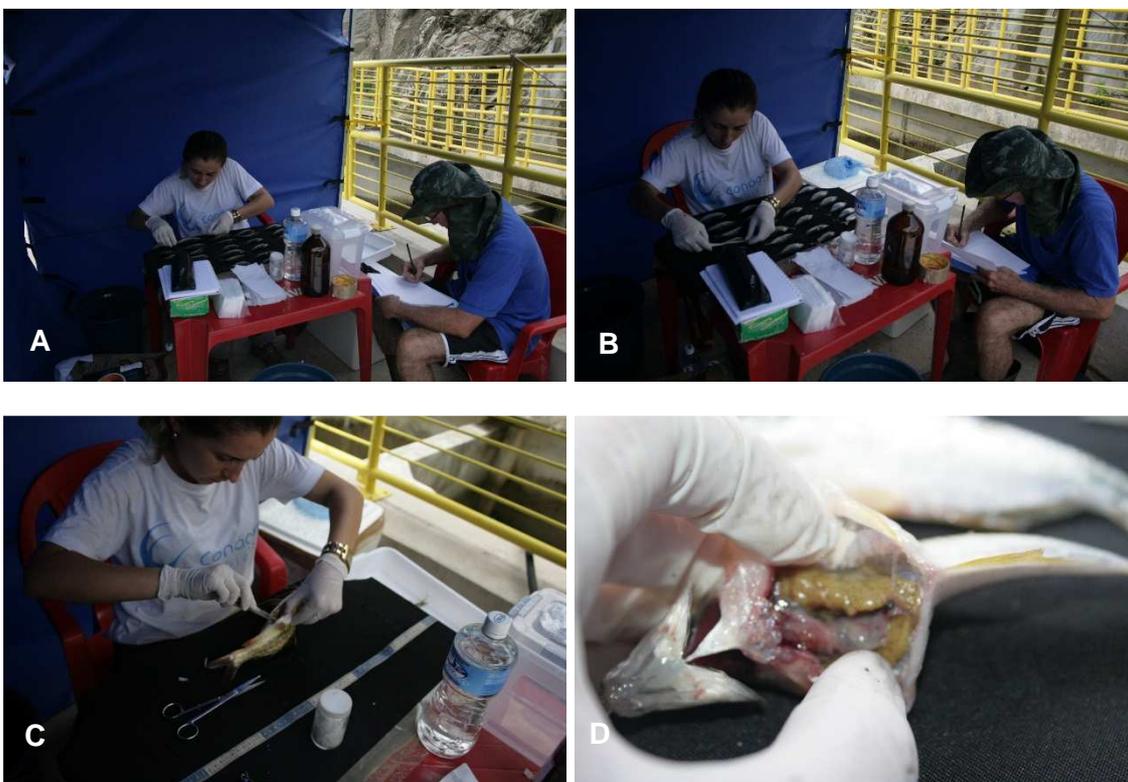
Para esta metodologia foi utilizado esforço amostral de dois pesquisadores com intuito de capturar peixes de pequeno porte.





**Figura 2.** Metodologia de coleta utilizada durante o monitoramento do STP de Anta na área de influência da AHE Simplício.

Após a despesca, os exemplares foram separados em sacos plásticos de acordo com o ponto de coleta. Os espécimes foram identificados, medidos (cm), pesados (g) e fotografados (Figura 3). Foi realizada a análise do estágio de maturação gonadal dos peixes (EMG). Os demais exemplares destinados à coleção foram fixados com formol a 10% e posteriormente acondicionados em vidros contendo álcool a 70% e encaminhados para tombamento.

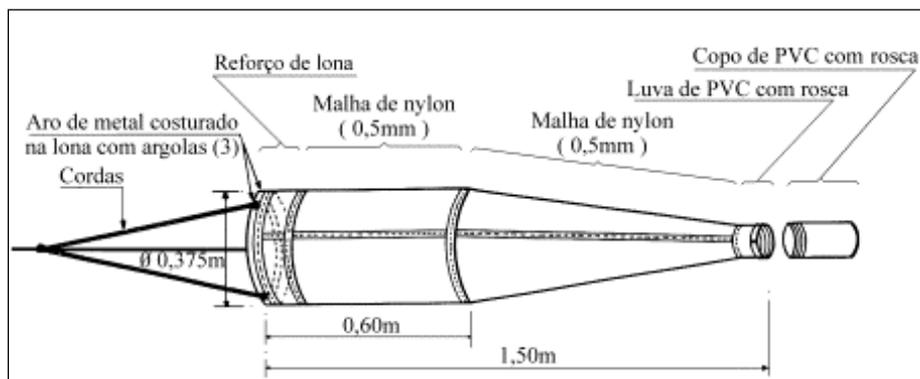




**Figura 3.** Triagem dos exemplares coletados da ictiofauna durante o monitoramento do STP de Anta na área de influência da AHE Simplício. A e B = Medição (cm); C e D = Análise das gônadas; E = Pesagem (g).

## Ictioplâncton

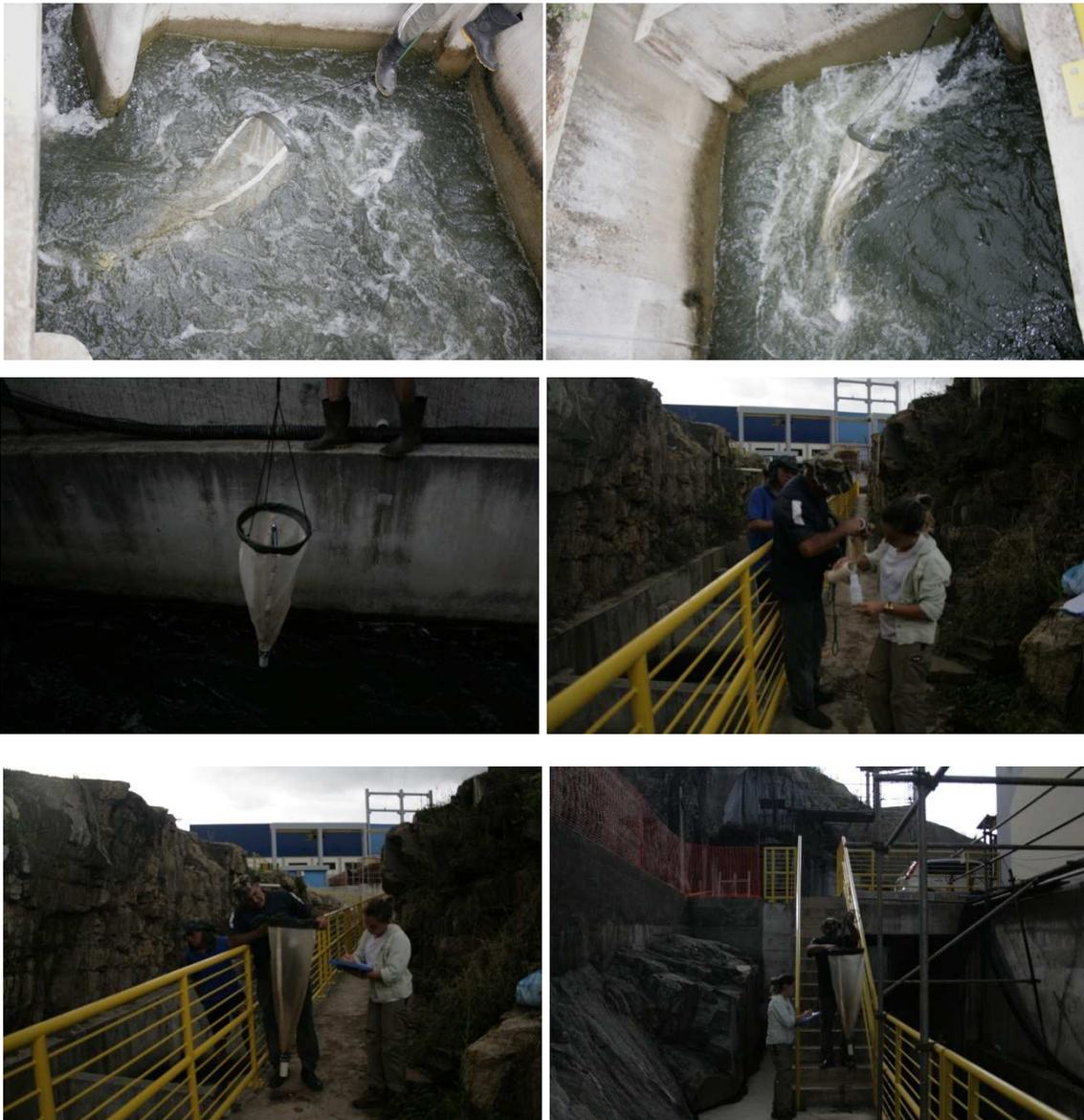
A metodologia utilizada foi do tipo ativa com rede de ictioplâncton, malha de 500  $\mu\text{m}$ . Junto à boca da rede foi acoplado um fluxômetro da marca (General Oceanics) para estimar o volume de água filtrada durante os arrastos (Figura 4).



**Figura 4.** Rede de ictioplâncton com fluxômetro acoplado a boca da rede para estimar o volume de água filtrada durante a coleta do ictioplâncton no Monitoramento do STP de Anta.

As coletas foram realizadas no período diurno e noturno, contemplando 03 amostras em cada ponto de coleta, totalizando 09 amostras por campanha. Prevendo-se, para cada local, a realização de coletas para a análise de

variação nictemeral. Após este procedimento as amostras coletadas foram fixadas em formol a 4% e tamponadas com carbonato de cálcio (1g de  $\text{CaCO}_3$  para 1.000 ml de solução de formalina). As amostras fixadas e preservadas foram etiquetadas de acordo com o local, data e horário (Figura 5).



**Figura 5.** Metodologia utilizada para coleta do Ictioplâncton no STP de Anta na área de influência do AHE Simplício.

### **Monitoramento por Vídeo**

Em conformidade com o Termo de Referência (TR) o equipamento de filmagem, está instalado na sala de observação do Sistema de Transposição de Peixes (STP) da barragem de Anta. Em janeiro de 2014 a CONÁGUA adquiriu e instalou equipamento de filmagem para o monitoramento de peixes na sala de observação do STP da barragem de Anta. Os resultados apresentados nesse estudo contemplam os dados de janeiro a julho de 2014. Os vídeos referente ao mês agosto, setembro e outubro estão sobre análise.

O equipamento de filmagem é composto por uma câmera de vídeo HD montada sobre um tripé, DVR, monitor e nobreak. As imagens são obtidas através do visor instalado na sala de observações no final da escada. Com um HD de 1 terabite, o equipamento de filmagem tem autonomia entre 1,5 e 2 meses de filmagem ininterruptas. Mensalmente, o HD cheio (conectado ao DVR) é substituído por um vazio e encaminhado ao laboratório para análise do conteúdo gravado (Figura 6). Na ocasião da instalação do equipamento, um funcionário de FURNAS foi devidamente treinado a trocar os HD`s e ficou encarregado de monitorar o equipamento de filmagem durante seu funcionamento. No caso de queda de energia ou em situações de interrupção do funcionamento do sistema o funcionário é responsável por religar o mesmo. Essa ação está contemplada no item 4.4.1 do Termo de Referência (TR) relativo ao Monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes.



**Figura 6.** Área onde foi instalado o equipamento de filmagem no STP da barragem de Anta durante os meses de janeiro a outubro de 2014.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

### **Ictiofauna**

Com os dados obtidos foi analisada a composição da ictiofauna através dos descritores ecológicos utilizando como indicadores básicos a abundância, abundância relativa (%), índice de importância ponderal (%). A riqueza foi avaliada utilizando o estimador de riqueza Jackknife 1ª Ordem. Foram calculados os índices de diversidade Shannon-Wiener e equitabilidade em cada ponto de coleta, segundo KREBS (1989). A similaridade entre as unidades amostrais foi calculada de acordo com Magurran (2004). Para determinar a categoria de constância de cada táxon foi empregada a equação de Dajoz (1978). Foram também utilizados descritores funcionais. A saber: (1) relação comprimento (classes de tamanho), (2) análise das guildas tróficas, (3) estágio de maturação gonadal (EMG).

### **Descritores ecológicos**

✓ Para avaliar a abundância relativa foi utilizada a frequência (%), sendo esta calculada através da fórmula:

$$F = \frac{E \times 100}{N}$$

Onde:

E = número total da espécie estudada;

N = número total dos espécimes coletados.

✓ Índice de Dominância (ponderal) essa análise é utilizada para ponderar os dados numéricos e de biomassa em um índice (NATARAGAM & JHINGIAN, 1961 apud BEAUMORD & PETRERE, 1994) através da fórmula:

$$ID (\%) = (n_i \cdot b_i) \cdot 100 / \sum (n_x \cdot b_x)$$

Onde:

$n_i$  = abundância numérica da espécie  $i$ ;

$b_i$  = biomassa da espécie  $i$ ;

$n_x$  = abundância total de todas as espécies;

$b_x$  = biomassa total de todas as espécies.

✓ Para estimar a riqueza foi utilizado o estimador Jack-Knife 1 através do programa *Estimates 8.2* (COLWELL, 2009), baseados na abundância (raridade) ou número de espécies representadas por 1 (*sigletons*) ou 2 (*doubletons*) indivíduos. Através da observação do comportamento da curva, é possível fazer uma previsão de quantas espécies que não foram coletadas ainda podem vir a serem descobertas (DIAS, 2004).

✓ O índice de diversidade Shannon-Wiener foi calculado através do programa estatístico *Biodiversity Professional* (1997)

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i) * \log(p_i)$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

p<sub>i</sub> = probabilidade de ocorrência da espécie i na amostra.

✓ A uniformidade na distribuição das espécies foi medida pela equitabilidade, calculada através da seguinte fórmula:

$$J' = H' / H' \text{ máx}$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

H'máx = logaritmo da riqueza local.

O valor J' varia de 0 (nenhuma equitabilidade) até 1 (máxima equitabilidade).

✓ Para avaliar similaridade qualitativa entre os pontos de coleta foi utilizado o coeficiente de similaridade Bray-Curtis *Metric* a partir dos dados de presença e ausência das espécies por unidade amostral. Os cálculos foram realizados com auxílio do programa Krebs (Krebs 1989) e *Biodiversity Professional* (1997).

✓ Para o cálculo da constância foi utilizada a metodologia proposta por Dajoz (1978), através da fórmula:

$$C = \frac{p \cdot 100}{P}$$

Onde:

C = valor de constância da espécie;

p = número de campanhas que contêm a espécie;

P = número total de campanhas amostradas.

Através dos cálculos de constância as espécies foram classificadas em:

W – espécies constantes – presente em mais de 50% das campanhas;

Y – espécies acessórias – presente entre 25% a 50% das campanhas;

Z – espécies acidentais – presente em menos de 25% das campanhas.

### **Descritores funcionais**

✓ Classe de Comprimento (cm)

Para a visualização da distribuição das espécies pelas classes de comprimento foi empregada a fórmula de STURGES (1926) *apud* LANGEANI *et al.* (2007), a análise fornece o número de classes para a amostra analisada, O tamanho do intervalo das classes é calculado pela amplitude de tamanho dos peixes, dividida pelo número de classes (LANGEANI *et al.*, 2007).

$$K = 1 + 3,32 \log n$$

Onde:

K = número de classes;

N = tamanho da amostra;

Log = Logaritmo na base 10;

3,32 = Constante.

✓ Análise das guildas tróficas

As espécies foram classificadas quanto ao seu nível trófico de acordo com a literatura disponível.

✓ Análise do estágio de maturação gonadal (EMG) dos peixes

A análise do EMG dos peixes foi realizada a partir de observações macroscópicas das gônadas. Para definir o EMG levou-se em consideração características das gônadas relacionadas à cor, transparência, vascularização superficial, flacidez, tamanho e posição na cavidade abdominal. Utilizou-se escala de maturação constituída pelos estágios de imaturo, repouso, maturação, reprodução e esgotado, conforme caracterizado abaixo seguindo o proposto pelo autor Vazzoler (1996).

**Imaturo (IMT):** Pertencem a este estágio indivíduos jovens, que apresentam ovário (fêmeas) ou testículos (machos), incolores ou de coloração clara e pouco irrigado, ocupando pequeno espaço na cavidade abdominal.

**Repouso (REP):** Inclui indivíduos que se reproduziram pela primeira vez e aqueles que já passaram por pelo menos um ciclo reprodutivo, apresentando gônadas com tonalidades róseas, são maiores que no estágio de imaturo, e mostram finas irrigações sanguíneas.

**Maturação (MAT):** Esse estágio nas fêmeas é marcado pela acumulação de vitelo nos ovócitos, que leva a um grande incremento no tamanho dos ovários. A coloração varia de acordo com as espécies entre tons amarelo, cinza-esverdeado e alaranjado. Nos machos esse estágio é marcado pelo amplo

processo de espermatogênese, levando a um aumento dos testículos. A coloração apresenta-se entre esbranquiçada a branco-leitosa.

**Reprodução (RPD) ou Madura (MAD):** Inclui fêmeas preparadas para a reprodução (Maduras) e aquelas em processo de reprodução (Semi-esgotadas). Os ovários apresentam-se repletos de ovócitos, ocupando quase todo o espaço livre da cavidade abdominal quando maduros. Nos machos inclui indivíduos preparados para a reprodução (Maduros) e aqueles em processo de reprodução (Semi-esgotados). Os testículos atingem o grau máximo de desenvolvimento, a coloração varia de esbranquiçado a branco leitoso; observa-se grande quantidade de esperma no ducto espermático.

**Esgotado (ESG):** Nas fêmeas após a extrusão dos ovócitos, os ovários tornam-se flácidos, com poucos ovócitos grandes e ocupando pequenos espaços na cavidade abdominal. Nos machos observa-se considerável redução no tamanho dos testículos.

Com relação aos descritores funcionais comprimento e guildas trófica foram submetidos a uma matriz de dados separadamente para realizar a Análise de Componente Principal (ACP; McCUNE & GRACE, 2002) com o intuito de procurar padrões de ordenamento entre os pontos amostrais pelos descritores funcionais. Para todas as análises foi utilizado o programa Statistica 7 (STATSOFT, 2007).

### **Ictioplâncton**

As amostras foram submetidas ao processo de triagem, identificação ao menor nível possível e contagem no laboratório em Goiânia – GO.

#### **Triagem e Contagem**

No laboratório em Goiânia, os ovos e as larvas foram analisados e triados do restante do material em suspensão coletado com uma lupa

estereoscópica, sobre placa de acrílico do tipo Bogorov e em placas de Petri. Para a triagem dos ovos e larvas foi utilizada pinça e pipeta. Após a separação do ictioplâncton, os mesmos foram fixados e devidamente armazenados e etiquetados (Figura 7).



**Figura 7.** Triagem das amostras de ictioplâncton sob lupa estereoscópica, coletadas durante o Monitoramento no STP do AHE Anta.

## 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### MONITORAMENTO POR AMOSTRAGEM NA ESCADA DE PEIXES

A utilização dos peixes como taxocenose representativa da comunidade biótica de ecossistemas aquáticos se tornou uma ferramenta importante na avaliação da qualidade ambiental. A observação de características específicas como estratégias de vida, hábitos alimentares, ou de atributos da taxocenose como o número de indivíduos por amostra, número de espécies ocorrentes, pode ser utilizada em busca de informações reveladoras da organização do grupo nos locais estudados (LOPES & MALABARBA, 2007). Durante a campanha realizada em novembro/2014 (período chuvoso) foram coletados um total de 389 espécimes distribuídos em 07 espécies, duas ordens e cinco subfamílias (Tabela 2). Levando em consideração todos os dados coletados durante o Programa de Monitoramento da Ictiofauna no STP foram coletados um total de 1239 espécimes distribuídos em 20 espécies, três ordens e oito famílias (Tabela 3).

**Tabela 2.** Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna coletados durante a campanha realizada em novembro/2014 (período chuvoso) do Programa de Monitoramento do STP na área de influência da AHE Simplício.

Classificação Taxonômica		Nome popular	Abundância	Abundância relativa (%)
			Nov/2014 (chuva)	
Ordem Characiformes	<b>Família Characidae</b>			
	<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linneaus, 1758)	Lambari	108	27,76
	<i>Astyanax parahybae</i> Eigenmann, 1908	Lambari	105	26,99
	<i>Astyanax sp.</i>	Lambari	102	26,22
	<b>Família Parodontidae</b>			
	<i>Apareiodon sp.</i>	Canivete	3	0,77
Ordem Siluriformes	<b>Família Locariidae</b>			
	<i>Hypostomus affinis</i> (Steindachner, 1877)	Cascudo	5	1,29
	<b>Família Pimelodidae</b>			
	<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803	Mandi	28	7,20
	<b>Família Callichthyidae</b>			
	<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	Tamuatá	38	9,77

**Tabela 3.** Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna coletados durante as campanhas do Programa de Monitoramento do STP na área de influência da AHE Simplício (dados acumulados).

Classificação Taxonômica		Nome popular	Abundância				Abundância absoluta	Abundância relativa (%)	
			Abr/2014 (seca)	Jun/2014 (seca)	Ago/2014 (seca)	Nov/2014 (chuva)			
Ordem Characiformes	<b>Família Characidae</b>								
		<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linneaus, 1758)	Lambari	97	125	130	108	460	37,13
		<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Lambari	2	18	77		97	7,83
		<i>Astyanax paraguayae</i> Eigenmann, 1908	Lambari				105	105	8,47
		<i>Astyanax sp.</i>	Lambari	0	0	1	102	103	8,31
		<i>Hyphessobrycon sp.</i>	Piabina	1	0	0		1	0,08
		<i>Bryconamericus sp.</i>	Piabina	0	0	4		4	0,32
		<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)	Peixe-cachorro	1	0	8		9	0,73
		<b>Família Crenuchidae</b>							
		<i>Characidium aff. zebra</i> Eigenmann, 1909	Charutinho	67	9	0		76	6,13
	<b>Família Parodontidae</b>								
	<i>Apareiodon sp.</i>	Canivete	2	22	60	3	87	7,02	
Ordem Siluriformes	<b>Família Heptapteridae</b>								
		<i>Pimelodella sp.</i>	Bagrinho	6	2	0		8	0,65
		<b>Família Locariidae</b>							
	<i>Hypostomus punctatus</i> Valenciennes, 1840	Cascudo	37	15	0		52	4,20	

Classificação Taxonômica	Nome popular	Abundância				Abundância absoluta	Abundância relativa (%)	
		Abr/2014 (seca)	Jun/2014 (seca)	Ago/2014 (seca)	Nov/2014 (chuva)			
	<i>Hypostomus affinis</i> (Steindachner, 1877)	Cascudo	0	0	17	5	22	1,78
	<i>Pogonopoma parahybae</i> (Steindachner, 1877)	Cascudo	1	0	0		1	0,08
	<i>Rineloricaria</i> sp.	Cascudo	1	4	1		6	0,48
	<i>Harttia</i> sp.	Cascudo	0	0	1		1	0,08
	<b>Família Pimelodidae</b>							
	<i>Pimelodus fur</i> (Lütken, 1874)	Mandi	7	7	3		17	1,37
	<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803	Mandi	35	42	44	28	149	12,03
	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Jundiá	0	0	1		1	0,08
	<b>Família Callichthyidae</b>							
	<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	Tamuatá	0	0	1	38	39	3,15
<b>Ordem Perciformes</b>	<b>Família Cichlidae</b>							
	<i>Cichla ocellaris</i> Bloch & Schneider, 1801	Tucunaré	1	0	0		1	0,08

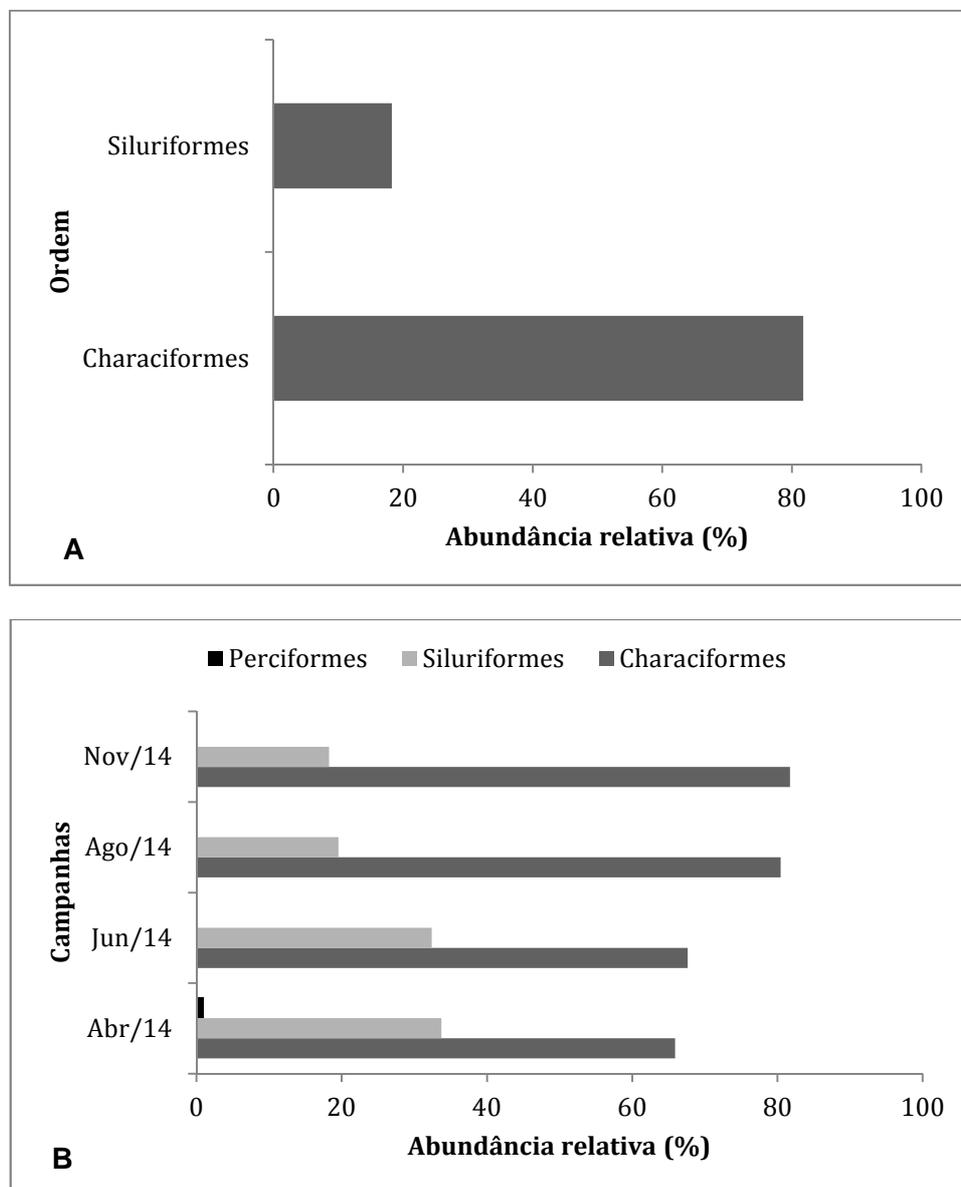
## DESCRITORES ECOLÓGICOS

A utilização dos descritores ecológicos (abundância relativa, riqueza e constância) contribui para a compreensão da dinâmica das assembléias de peixes assim como na caracterização do seu padrão de distribuição espaço-temporal (SANTANA, 2007).

### Abundância Relativa

Abundância relativa encontrada durante o Programa de Monitoramento da Ictiofauna presente no STP, corroboram com o encontrado em outros STP's em regiões neotropicais (REIS *et al.*, 2003; LANGEANI *et al.*, 2007). A ordem Characiformes foi a mais representativa: na campanha de abril/14 com 65,89% (170 exemplares); campanha de junho/14 com 67,62% (165 exemplares); campanha de agosto/14 com 80,46% (280 exemplares) e campanha de novembro/14 com 81,74% (318 exemplares). Seguida da ordem Siluriformes com 33,72% (87 exemplares) na campanha de abril/14 com 32,38% (79 exemplares) campanha de junho/14; na campanha de agosto/14 com 19,54 (68 exemplares) e na campanha de novembro/14 com 18,25 (71 exemplares) (Figura 8).

A ordem Characiformes é considerada como uma das ordens mais diversas de peixes de água doce, a maioria encontrada na América do Sul (MENEZES *et al.*, 2007). É composta por espécies de pequeno a grande porte e possuem uma ampla distribuição no território brasileiro, apresentando uma grande capacidade de adaptação aos diferentes tipos de habitat da região neotropical. Possuem hábitos predominantemente diurnos e uma característica marcante que é a presença de escamas por todo o corpo (BRITSKI *et al.*, 1999). A figura 9 apresenta um representante da ordem Characiformes.

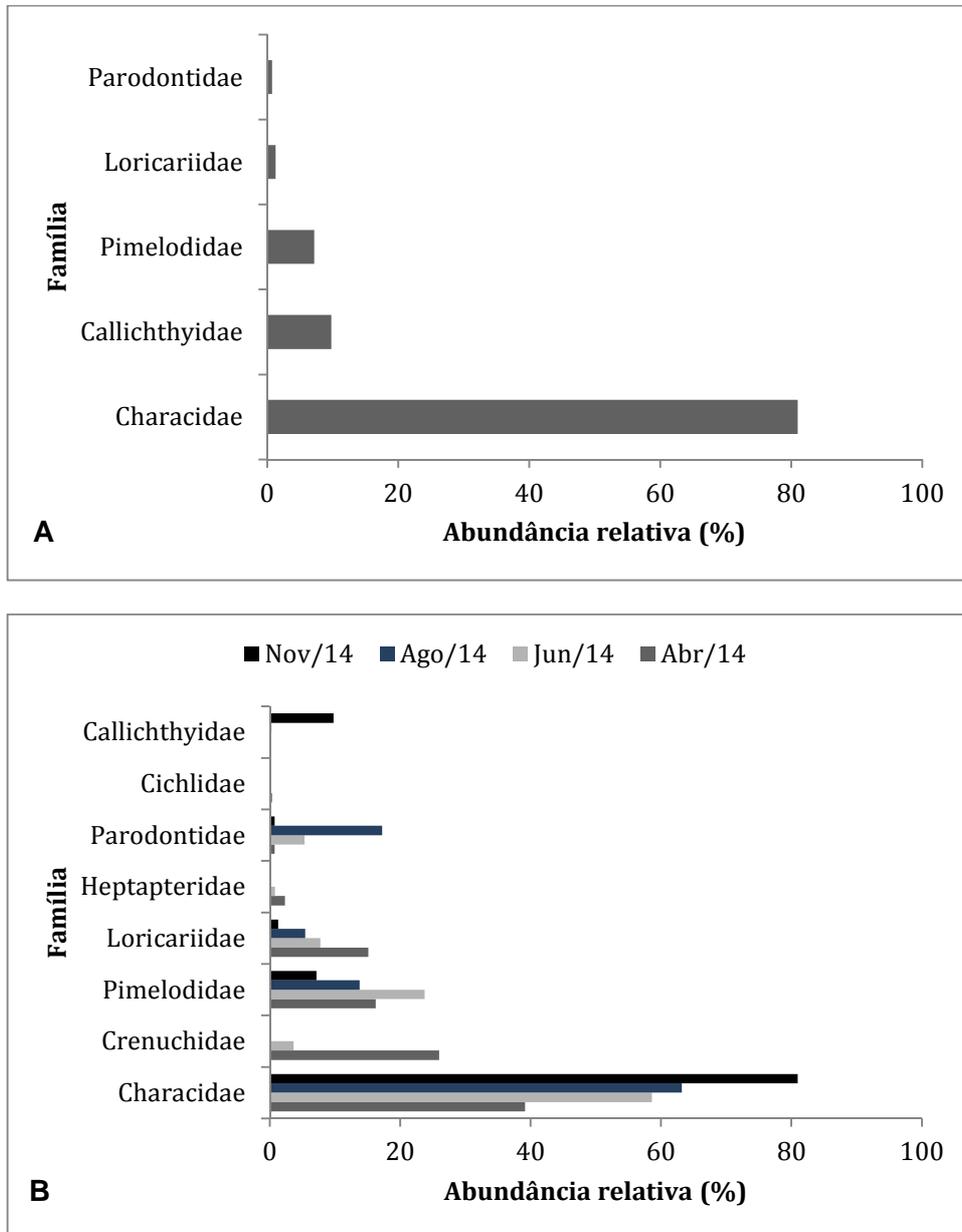


**Figura 8.** Percentual da abundância relativa (%) por ordem. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP da barragem de Anta.



**Figura 9.** Espécie *Apareiodon* sp. (canivete) representante da ordem Characiformes, coletada durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta.

Dentre as famílias, ao longo das campanhas, Characidae foi a mais representativa (Abril/14 = 39,14%; Junho/14 = 58,61%; Agosto/14 = 63,21% e novembro/14 = 80,98%, Figura 10). A família Characidae é a mais numerosa da ordem Characiformes, abrigando quase a metade das espécies e está amplamente distribuída na América do Sul (REIS *et al.*, 2003; BUCKUP *et al.*, 2007). Inclui tanto espécies de porte relativamente grandes e bem conhecidas, como também espécies muito pequenas e de difícil identificação (SANTOS *et al.*, 2004). Possuem inúmeros tipos de hábitos alimentares, estratégias reprodutivas, padrões comportamentais, preferência de habitat e padrões de cores. Também, apresentam variações osteológicas, anatômicas e morfológicas, o que a caracteriza esta família como a mais heterogênea dentro dos peixes neotropicais. Muitas espécies possuem importância na pesca comercial e esportiva, e outras são amplamente utilizadas por aquaristas (GRAÇA & PAVANELLI, 2007; Figura 11).



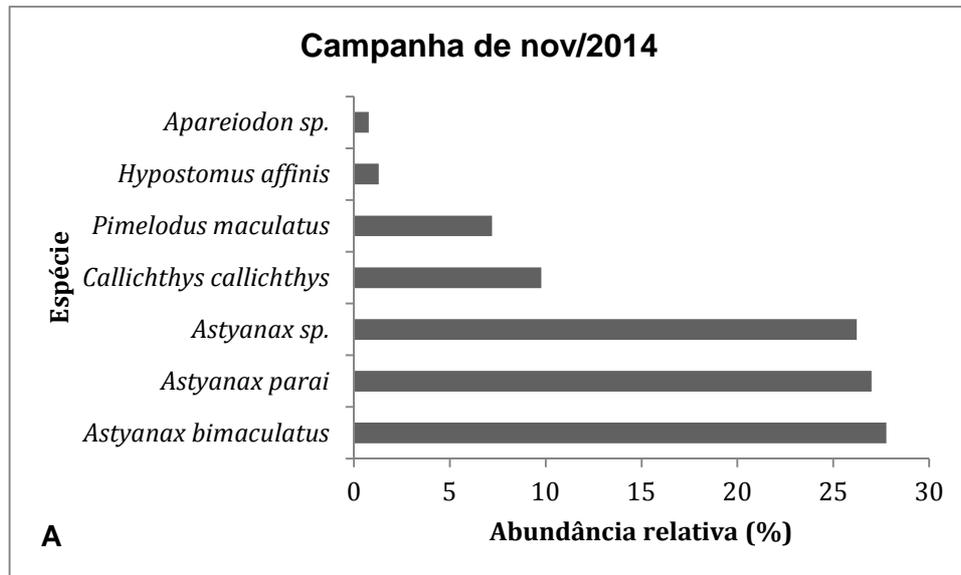
**Figura 10.** Percentual da abundância relativa (%) por família. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro (chuva) durante o Monitoramento no STP da barragem de Anta área de influência da AHE Simplício.

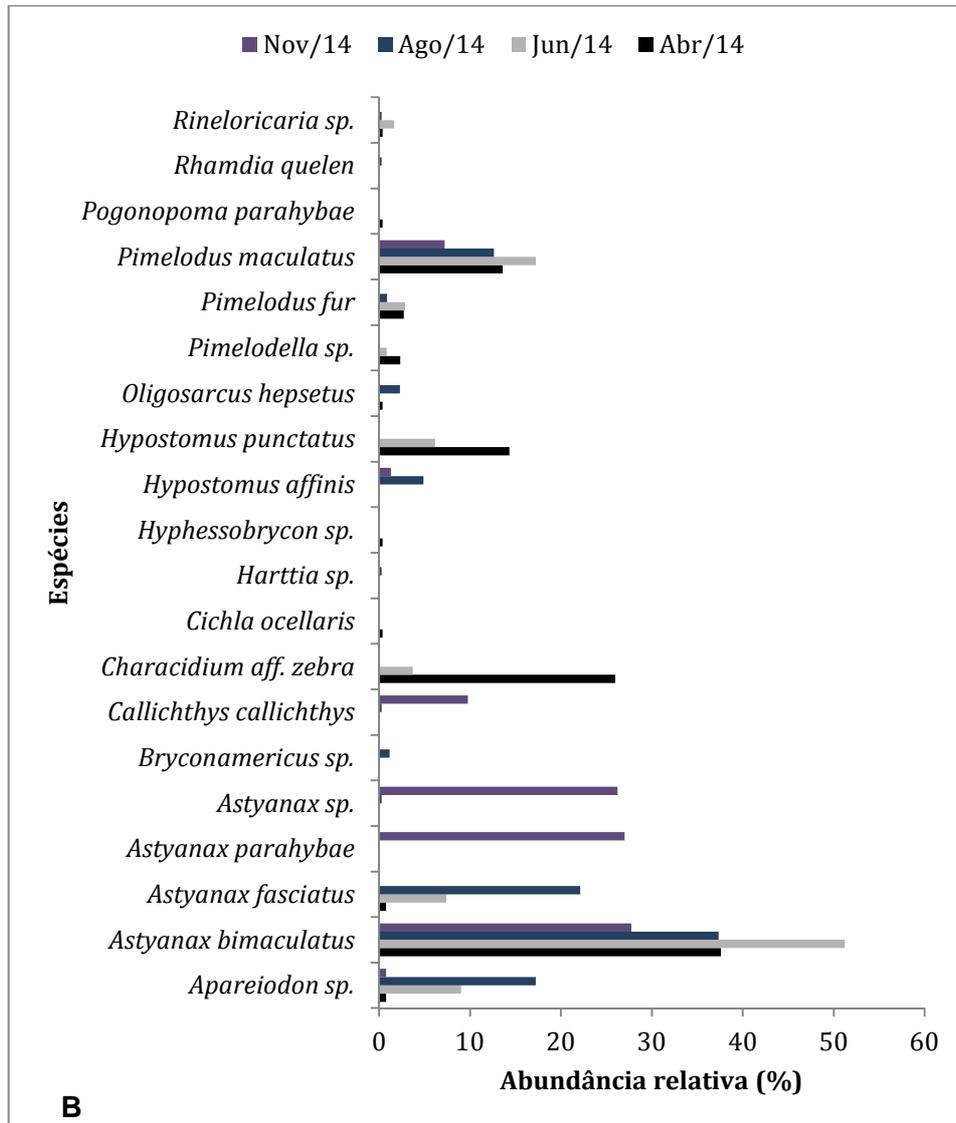


**Figura 11.** Espécie *Oligosarcus hepsetus* representante da família Characidae, coletada durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta.

A abundância de cada espécie reflete a comunidade e a abundância de recursos disponíveis, assim como as influências dos competidores, dos predadores e das doenças (RICKLEFS, 2003). Este mesmo autor aborda ainda que as espécies ocupam diferentes posições ecológicas, possuindo relações ecológicas únicas. As diferenças nessas relações ecológicas frequentemente se revelam na abundância. Avaliação da abundância em uma escala espaço-temporal é de grande relevância para avaliar como as assembléias se comportam com as alterações no ecossistema. Os dados de abundância indicam quais são as espécies mais favorecidas com as mudanças no ambiente, e quais são as espécies que sofrem mais com essas alterações (BEGON *et al.*, 2007). Normalmente, em ambientes alterados é comum observar poucas espécies com grande abundância de indivíduos e várias espécies com baixas abundâncias. Corroborando com o esperado, as espécies mais representativas foram: *Astyanax bimaculatus* (abril/14 = 37,60%; junho/14 = 51,21%; agosto/14 = 37,35% e novembro/14 = 27,76% Figura 13); *Astyanax*

*fasciatus* (agosto/2014 = 22,12%); *Characidium* aff. *zebra* (abril/14 = 25,91%); *Pimelodus maculatus* (abril/14 = 17,21%); *Astyanax paraguayae* e *Astyanax* sp. (26,99% e 26,22%; Figura 12).





**Figura 12.** Percentual (%) da abundância relativa por espécie coletado A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta.



**Figura 13.** Espécie representatividade ao longo das campanhas *Astyanax bimaculatus* (lambari) do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

➤ Índice de Importância Ponderal (IP%)

O Índice de Importância Ponderal (IP) é aqui utilizado para estabelecer as espécies de maior representatividade durante o período amostral considerado. Visto tratar-se de um índice que associa a abundância numérica à biomassa específica, nem sempre as espécies mais numerosas são classificadas como as mais importantes. O Índice de Importância Ponderal (IP%) fornece um valor resultante da ponderação entre a biomassa e a abundância de cada espécie e a biomassa e número de exemplares totais capturados. De acordo com o IP% as espécies consideradas de importância ponderal (> 1%) foram: *Hypostomus punctatus* (abril/14 = 7,71%; junho/14 = 1,09%); *Astyanax bimaculatus* (abril/14 = 5,13%; junho/14 = 13,40%; agosto/14 = 7,47% e novembro/14 = 4,04%); *Pimelodus maculatus* (abril/14 = 2,35%; junho/14 = 7,16%; agosto/14 = 4,56% e novembro/14 = 1,4%); *Characidium aff. zebra* (abril/14 = 1,12%); *Astyanax paraguayae* (novembro/14 = 5,02%); *Astyanax* sp. (novembro/14 = 4,12%) e *Callichthys callichthys* (novembro/14 = 3,03%; Tabela 4 a 7).

**Tabela 4.** Índice de Importância Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de abril/2014 do Monitoramento do STP da barragem de Anta.

<b>Espécie</b>	<b>Abundância numérica</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>IP (%)</b>
<i>Hypostomus punctatus</i>	37	4539	7.7190
<i>Astyanax bimaculatus</i>	97	1152	5.1360
<i>Pimelodus maculatus</i>	35	1463	2.3535
<i>Characidium aff. zebra</i>	67	365	1.1240
<i>Pimelodus fur</i>	7	160	0.0515
<i>Cichla ocellaris</i>	1	422	0.0194
<i>Pimelodella sp.</i>	6	54	0.0149
<i>Pogonopoma parahybae</i>	1	112	0.0051
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	1	101	0.0046
<i>Apareiodon sp.</i>	2	23	0.0021
<i>Astyanax fasciatus</i>	2	19	0.0017
<i>Rineloricaria sp.</i>	1	21	0.0010
<i>Hyphessobrycon sp.</i>	1	2	0.0001

**Tabela 5.** Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de junho/2014 do Monitoramento do STP de Anta.

<b>Espécie</b>	<b>Abundância numérica</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>IP (%)</b>
<i>Astyanax bimaculatus</i>	125	1831	13,4059
<i>Pimelodus maculatus</i>	42	2913	7,1662
<i>Hypostomus punctatus</i>	15	1241	1,0903
<i>Apareiodon sp.</i>	22	308	0,3969
<i>Astyanax fasciatus</i>	18	259	0,2731
<i>Pimelodus fur</i>	7	293	0,1201
<i>Characidium aff. zebra</i>	9	54	0,0285
<i>Rineloricaria sp.</i>	4	72	0,0169
<i>Pimelodella sp.</i>	2	26	0,0030

**Tabela 6.** Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de agosto/2014 do Monitoramento do STP de Anta.

<b>Espécie</b>	<b>Abundância numérica</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>ID (%)</b>
<i>Astyanax bimaculatus</i>	352	5400	7.4763
<i>Pimelodus maculatus</i>	121	9590	4.5641
<i>Hypostomus punctatus</i>	52	5780	1.1822
<i>Astyanax fasciatus</i>	97	1904	0.7264
<i>Apareiodon</i> sp.	84	1162	0.3839
<i>Hypostomus affinis</i>	17	2781	0.1860
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i>	76	419	0.1253
<i>Pimelodus fur</i>	17	630	0.0421
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	9	904	0.0320
<i>Bryconamericus</i> sp.	4	201	0.0032
<i>Pimelodella</i> sp.	8	80	0.0025
<i>Rineloricaria</i> sp.	6	105	0.0025
<i>Cichla ocellaris</i>	1	422	0.0017
<i>Callichthys callichthys</i>	1	212	0.0008
<i>Rhamdia quelen</i>	1	189	0.0007
<i>Pogonopoma parahybae</i>	1	112	0.0004
<i>Astyanax</i> sp.	1	10	0.0000
<i>Harttia</i> sp.	1	8	0.0000
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	1	2	0.0000

**Tabela 7.** Índice de Ponderal (IP %) das espécies coletadas durante a campanha de novembro/2014 do Monitoramento do STP de Anta.

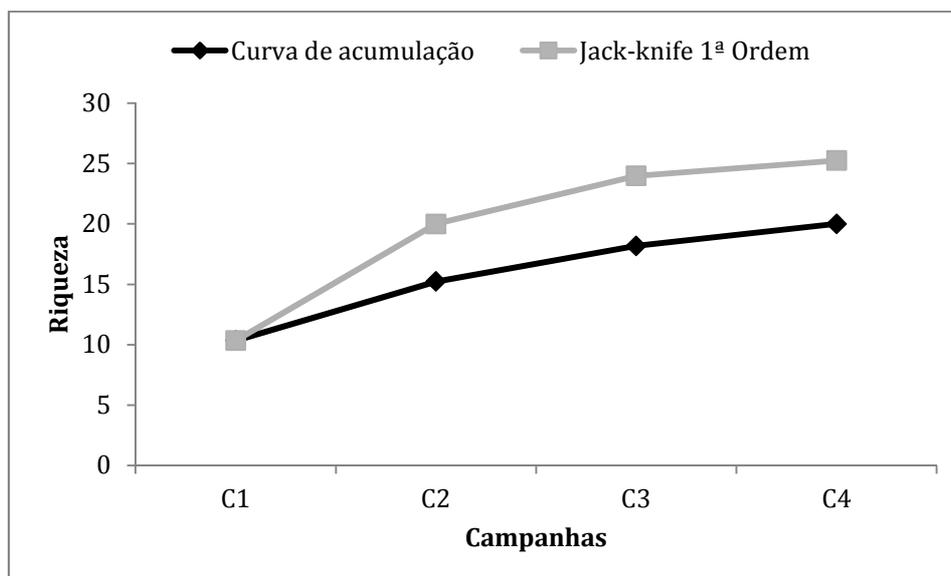
<b>Espécie</b>	<b>Abundância numérica</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>ID (%)</b>
<i>Apareiodon</i> sp.	3	120	0,0033
<i>Astyanax bimaculatus</i>	108	4110	4,0435
<i>Astyanax parahybae</i>	105	5250	5,0216
<i>Astyanax</i> sp.	102	4440	4,1255
<i>Callichthys callichthys</i>	38	8770	3,0358
<i>Hypostomus affinis</i>	5	500	0,0228
<i>Pimelodus maculatus</i>	28	5530	1,4105

## Riqueza

O número de espécies é uma medida simples, mas eficiente para avaliar a estrutura de uma comunidade (RICKLEFS, 2003). Vários são os estimadores utilizados para avaliar a riqueza, assim como a diversidade de um determinado local. A riqueza da área de influência do estudo foi avaliada através do estimador de riqueza Jackknife 1ª ordem, índice diversidade Shannon-Wiener e Similaridade.

### ➤ Estimador Jackknife 1ª ordem

De acordo com os dados da análise do Jack-knife 1ª ordem a diversidade encontrada tende a aumentar com o decorrer das campanhas. Essa estabilização da curva de acumulação de espécies demanda estudos longos por vários anos. Mesmo assim existe a possibilidade de acréscimo de novas espécies, podendo ser inclusive, espécies exóticas. Os resultados encontrados foram: curva de acumulação 20 e curva de jack-knife = 25,25 espécies (Figura 14). Nota-se ao longo das campanhas uma leve estabilização entre as curvas de acumulação e jack-knife.



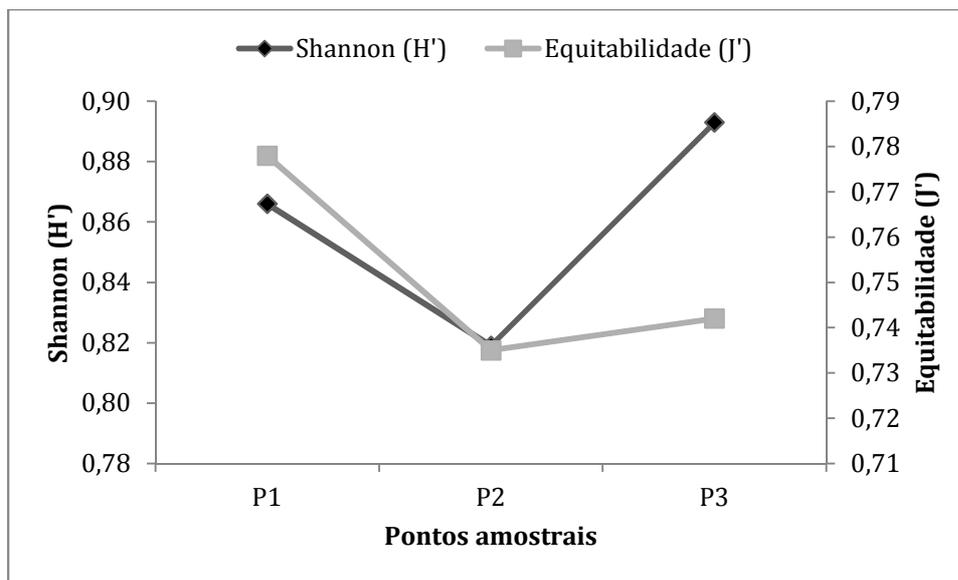
**Figura 14.** Curva de acumulação de espécies (Curva do Coletor) e riqueza estimada (Jackknife 1ª Ordem) da ictiofauna coletadas durante as campanhas do Monitoramento no STP da barragem de Anta.

➤ O índice de diversidade Shannon-Wiener e Equitabilidade

A diversidade e a equitabilidade das espécies estão relacionadas com a frequência de ocorrência dos espécimes e com a riqueza das espécies. Quanto menos uniforme é a ocorrência de espécimes, menores são os valores da diversidade e da equitabilidade. O Índice de diversidade ( $H'$ ) e a equitabilidade dos dados ( $E$ ) foram calculados considerando a abundância ( $n$ ) e riqueza ( $S$ ) registrada para cada ponto amostral e analisada de forma integral. Diante dos dados apresentados, nota-se que ocorreu um aumento na diversidade encontrada ( $H'$ ) ao longo das campanhas, variando de 0,89 a 0,82. Com relação à equitabilidade, está se apresentou menos homogênea a partir da conjuntura com os dados da campanha de novembro, provavelmente devido ao elevado números de exemplares coletado das espécies do gênero *Astyanax*, nesse contexto a equitabilidade variou de 0,74 a 0,78 (Tabela 8 e Figura 15).

**Tabela 8.** Índice de diversidade e equitabilidade registrados para os pontos amostrados durante as campanhas do Monitoramento do STP de Anta durante as campanhas já realizadas.

Índice de diversidade	Pontos amostrais		
	P1	P2	P3
Shannon ( $H'$ )	0,87	0,82	0,89
Equitabilidade ( $J'$ )	0,78	0,74	0,74



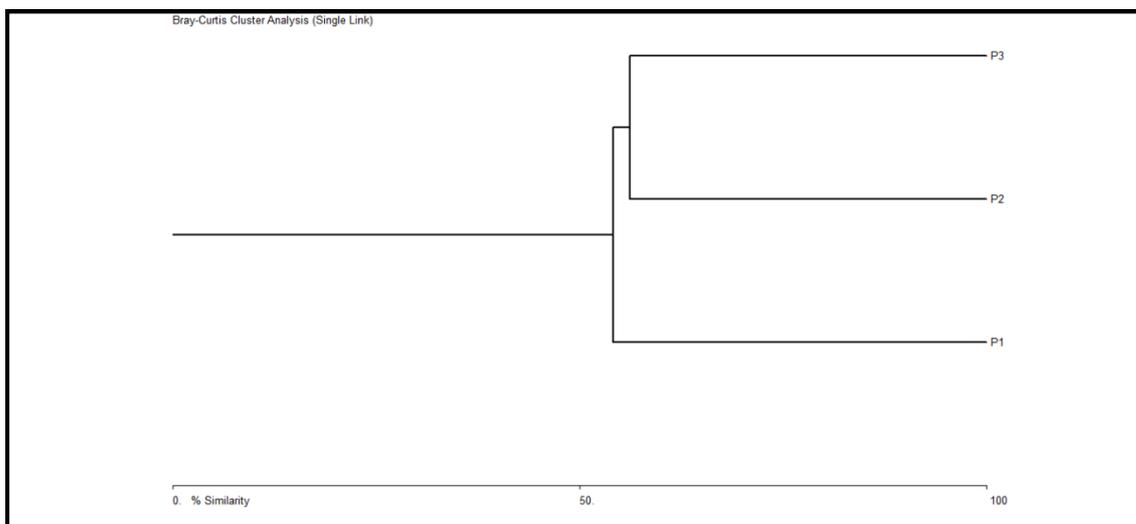
**Figura 15.** Índice de diversidade e equitabilidade registrados para os pontos amostrados durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

### ➤ Índice de Similaridade

O agrupamento dos escores gerados a partir do Índice de Similaridade de Bray-Curtis foi realizado a partir de uma matriz de dados, qualitativa com todos os dados coletados. A similaridade observada foi maior entre as assembléias de peixes presente nos pontos P3 + P2 com 56,13% e P2 + P1 com 54,14%, a menor similaridade foi observada entre os pontos P3 e P1 (25,65%) (Tabela 9 e Figura 16).

**Tabela 9.** Índice de similaridade Bray-Curtis para assembléias de peixes coletados ao longo dos pontos amostrais nas campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

Pontos amostrais	Pontos amostrais		
	P1	P2	P3
P1	*	54,14	25,65
P2	*	*	56,13
P3	*	*	*



**Figura 16.** Índice de similaridade Bray-Curtis para assembléias de peixes coletados ao longo dos pontos amostrais nas campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

### Constância ou frequência de ocorrência

Considerando a ocorrência das 20 espécies encontradas ao longo das campanhas, 30% (6 espécies) foram classificadas como constantes, ocorrendo em mais de 50% das campanhas amostrais e 70% (14 espécies) foram consideradas como acessórias, ocorrendo entre 25 e 50% das campanhas amostrais. Das espécies que foram classificadas como constantes três espécies obtiveram 100% de representatividade as campanhas de amostrais: *Apareiodon* sp.; *Astyanax bimaculatus* e *Pimelodus maculatus* (Tabela 10).

**Tabela 10.** Classificação da constância para as assembléias de peixes coletadas durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

Espécie	Constância	Classificação
<i>Apareiodon</i> sp.	100	Constante
<i>Astyanax bimaculatus</i>	100	Constante
<i>Pimelodus maculatus</i>	100	Constante
<i>Astyanax fasciatus</i>	75	Constante

<b>Espécie</b>	<b>Constância</b>	<b>Classificação</b>
<i>Pimelodus fur</i>	75	Constante
<i>Rineloricaria</i> sp.	75	Constante
<i>Astyanax</i> sp.	50	Acessória
<i>Callichthys callichthys</i>	50	Acessória
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i>	50	Acessória
<i>Hypostomus affinis</i>	50	Acessória
<i>Hypostomus punctatus</i>	50	Acessória
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	50	Acessória
<i>Pimelodella</i> sp.	50	Acessória
<i>Astyanax paraguayae</i>	25	Acessória
<i>Bryconamericus</i> sp.	25	Acessória
<i>Cichla ocellaris</i>	25	Acessória
<i>Harttia</i> sp.	25	Acessória
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	25	Acessória
<i>Pogonopoma paraguayae</i>	25	Acessória
<i>Rhamdia quelen</i>	25	Acessória

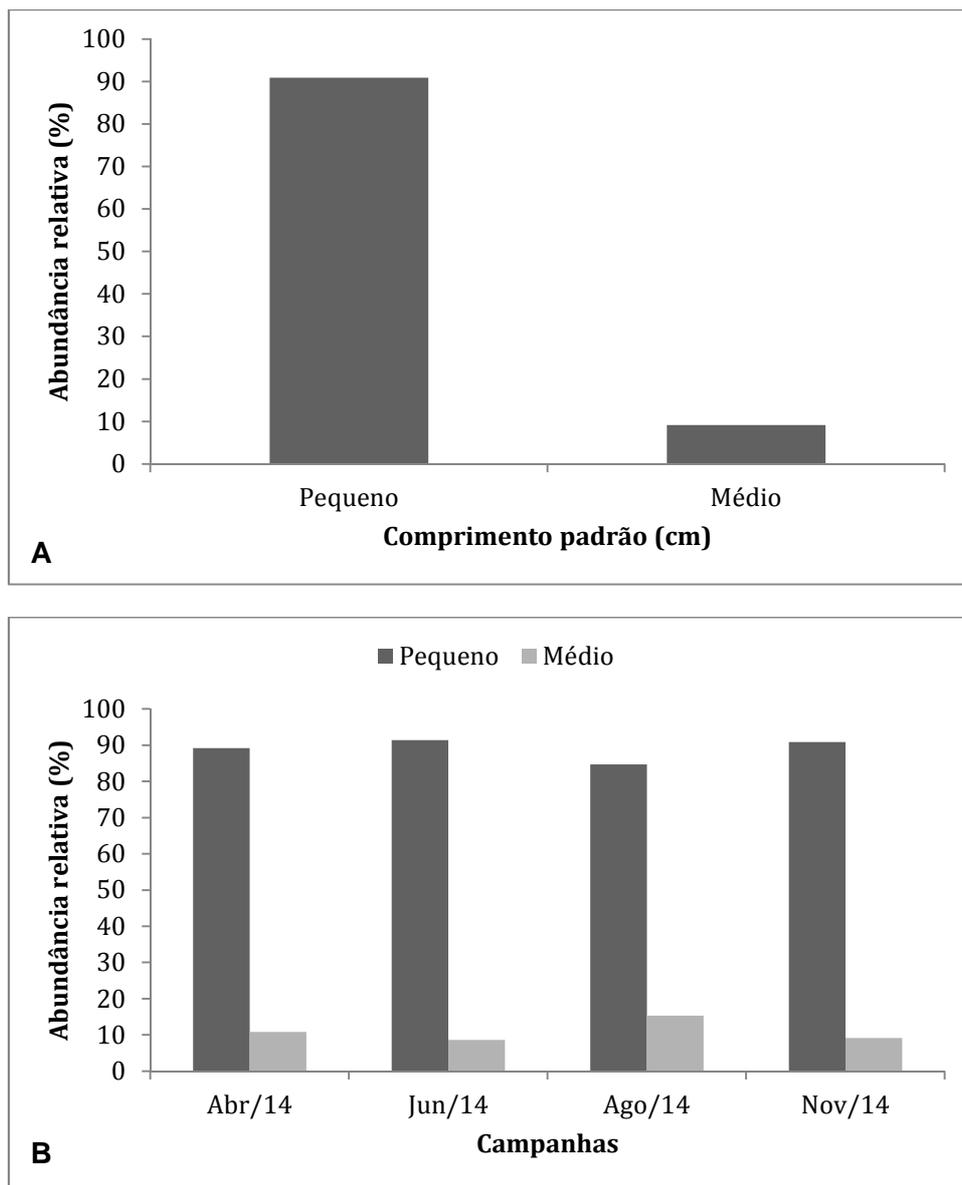
## DESCRITORES FUNCIONAIS

A compreensão dos descritores funcionais é de grande importância na avaliação da ictiofauna ao longo de um gradiente (ecologia trófica, classes de tamanho, reprodução; POUILLY *et al.*, 2006). O entendimento sobre os descritores funcionais das assembléias de peixes pode ser utilizado para avaliar o grau de impacto sobre a fauna perante as mudanças ambientais. Alguns estudos demonstram que a maioria dos peixes neotropicais apresenta uma elevada flexibilidade alimentar, no entanto com relação a suas estratégias reprodutivas, estas apresentam um caráter mais conservativo (ESTEVES, 2011).

### Classe de comprimento (cm)

Os peixes foram classificados quanto ao seu comprimento total, em peixes de pequeno porte, que são os espécimes com comprimento máximo menor que 20 cm, médio porte são aqueles entre 20 a 40 cm, e os de grande porte são os maiores que 40 cm. Levando em consideração os dados das

campanhas do programa do STP os peixes de pequeno porte foram os mais representativos (abril/14 = 89,15%; junho/14 = 91,39%; agosto/14 = 84,66% e novembro/14 = 90,85%; Figura 17). A metodologia utilizada nessa classificação, quanto ao comprimento padrão da ictiofauna, seguiu a literatura de Vazzoler (1996).

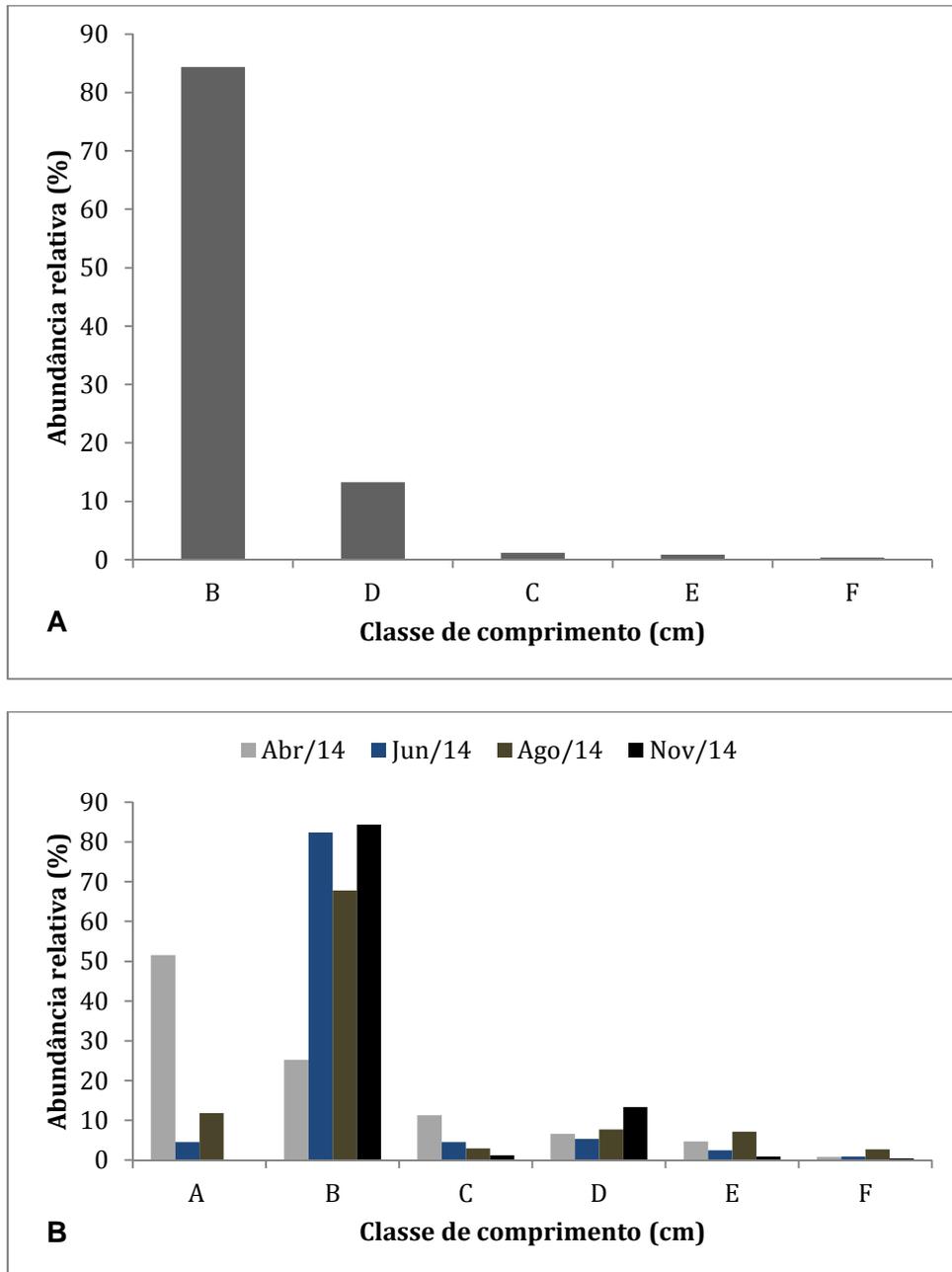


**Figura 17.** Percentual do comprimento padrão da ictiofauna. A = campanha de novembro/2014 (chuvosa) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuvosa) durante o Monitoramento no STP de Anta.

Quanto ao comprimento padrão, as espécies analisadas foram classificadas em 6 classes de comprimento (Tabela 11). Dentre as Classes, as mais representativas foram, classe A com 51,55% (abril/14), classe B com 82,38% (junho/14); 67,85% (agosto/14) e 84,36% (novembro/14; Figura 18) e classe D com 13,27% (novembro/14), através da análise de componente principal (PCA) nota-se uma ordenação no primeiro eixo da classe de comprimento F (31,24%) associada a campanha de junho/14 e no segundo eixo a classe A (50,81%) associada a campanha de novembro/14, demonstrando uma tendência em indivíduos maiores na campanha realizada de junho (Tabela 10 e Figura 19).

**Tabela 11.** Classificação das espécies em classe de comprimento (cm), coletadas ao longo dos pontos amostrais durante as campanhas do Monitoramento do AHE Anta.

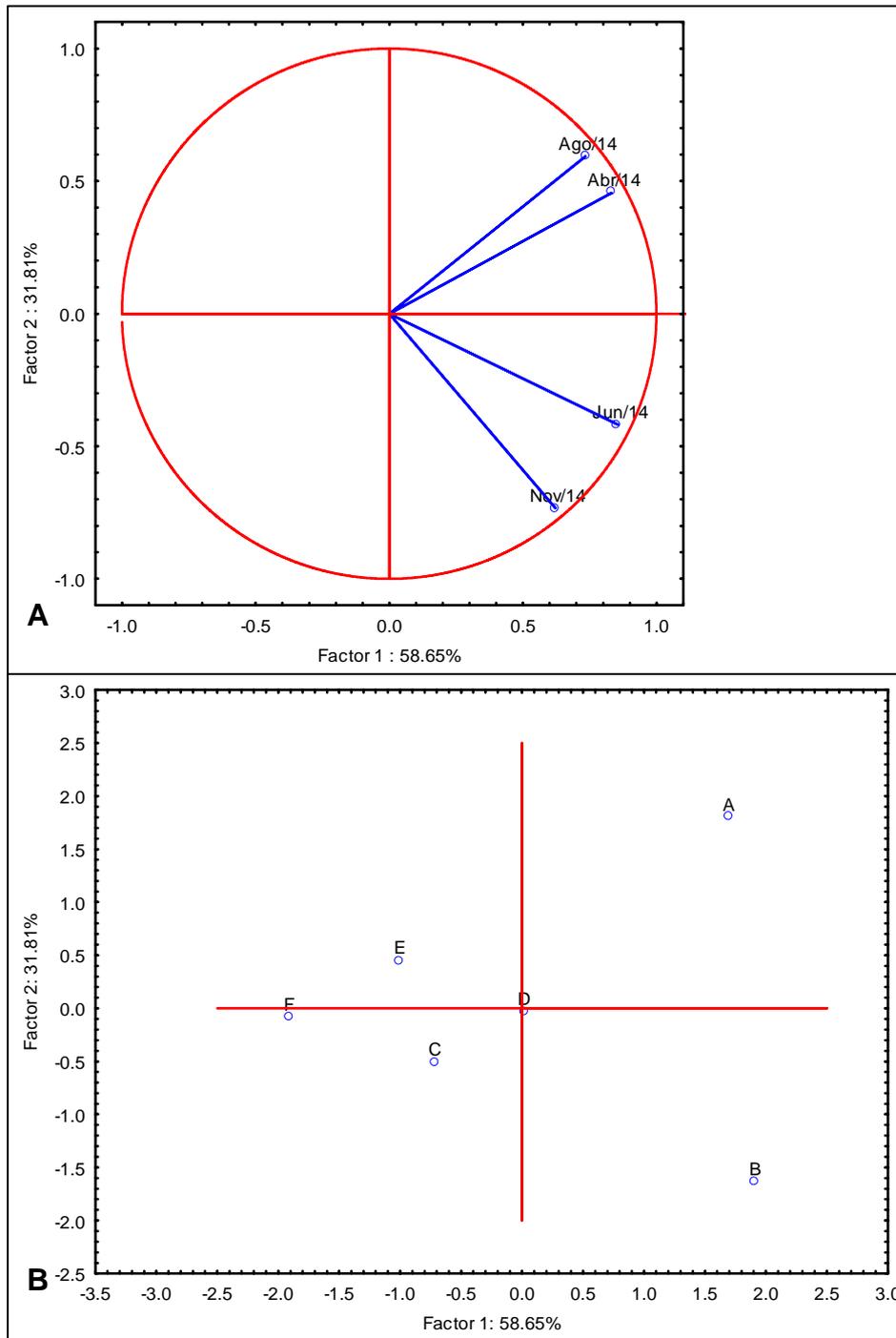
<b>Classe</b>	<b>Intervalo (cm)</b>
A	4,5 -- 9,5
B	9,6 -- 14,6
C	14,7 -- 19,7
D	19,8 --  24,8
E	24,9 -- 29,9
F	30 -- 35



**Figura 18.** Classificação dos peixes quanto a sua classe de comprimento (cm). A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro/2014 (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta.

**Tabela 12.** Resultado estatístico da análise de ordenação de componente principal (ACP) para o descritor classe de comprimento. Os valores em negrito representam as maiores contribuições.

Descritor	Item	Contribuição (%)		
		Eixo 1	Eixo 2	
Classe de comprimento (cm)	Classe	A	24,60	<b>50,81</b>
		B	31,29	41,83
		C	<b>4,34</b>	4,02
		D	0,00	0,01
		E	8,52	3,22
		F	<b>31,24</b>	0,11
Campanhas		Abr/14	0,29	0,16
		Jun/14	<b>0,31</b>	0,14
		Ago/14	0,23	0,28
		Nov/14	0,16	<b>0,42</b>
Estatísticas	Eigenvalues			
Variância total explicada 90.46%				



**Figura 19.** Ordenação dos pontos amostrais pelo grupo funcional classe de comprimento. A = Campanhas e B = Classe de comprimento.

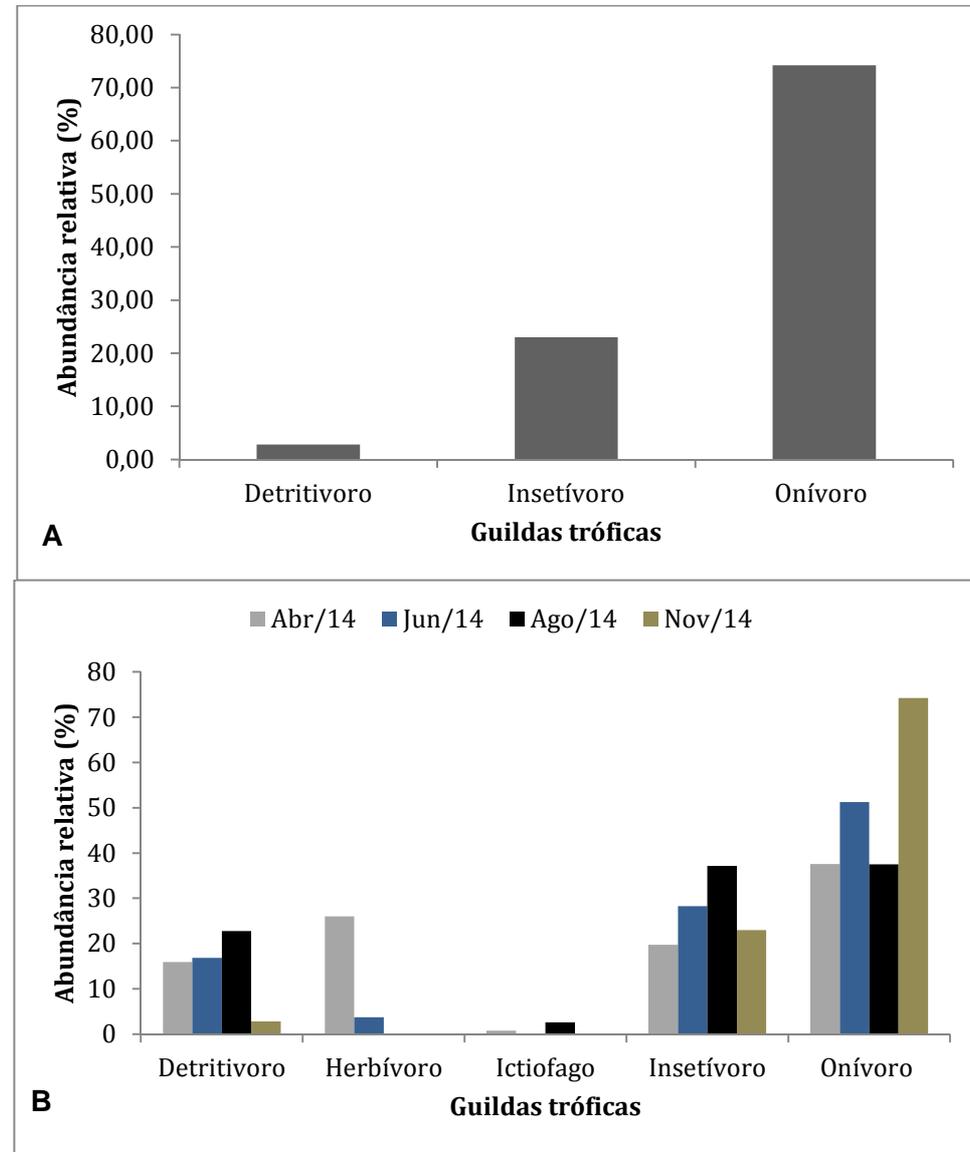
### Guildas tróficas

O estudo dos hábitos alimentares, especialmente em ambientes modificados é importante para obtenção de informações sobre as relações espécie e ambiente em que vivem. Trata-se de um indicador das relações ecológicas entre os organismos, possibilitando a descoberta de possíveis alterações causadas pelo represamento. Os peixes de água doce sul-americanos apresentam uma enorme plasticidade alimentar, utilizando praticamente todo tipo de alimento disponível no ambiente. Estudos demonstram que dentre as guildas tróficas, os peixes selecionam um amplo espectro de itens alimentares desde invertebrados a vegetais terrestres na forma de detritos ou sedimentos (ESTEVES, 2011).

Para realizar a análise das guildas tróficas foram consideradas seis guildas (onívoro, insetívoro, herbívoro, carnívoro, detritívoro e ictiófago). Levando em consideração os dados ao longo das campanhas, ocorreu o predomínio das guildas tróficas onívoros (abril/14 = 37,60%; junho/14 = 51,23; agosto/14 = 37,46% e novembro/14 = 37,46%) devido a elevada representatividade da espécie *Astyanax bimaculatus* e insetívoros (abril/14 = 19,76%; junho/14 = 28,27% e agosto/14 = 37,17%) devido à representatividade da espécie *Pimelodus maculatus* (Figura 20). Através da Análise de componente principal (PCA) nota-se uma ordenação no primeiro eixo da guilda trófica onívora com 57,23% a campanha de junho/14, e no segundo eixo os herbívoros foram associados a campanha de abril com 59,81% (Tabela 13 e Figura 21), novamente os resultados estão associados a elevada contribuição da espécie *Astyanax bimaculatus* (Tabela 14 e Figura 20).

**Tabela 13.** Classificação das espécies quanto à guilda trófica de acordo com referência bibliográfica disponível.

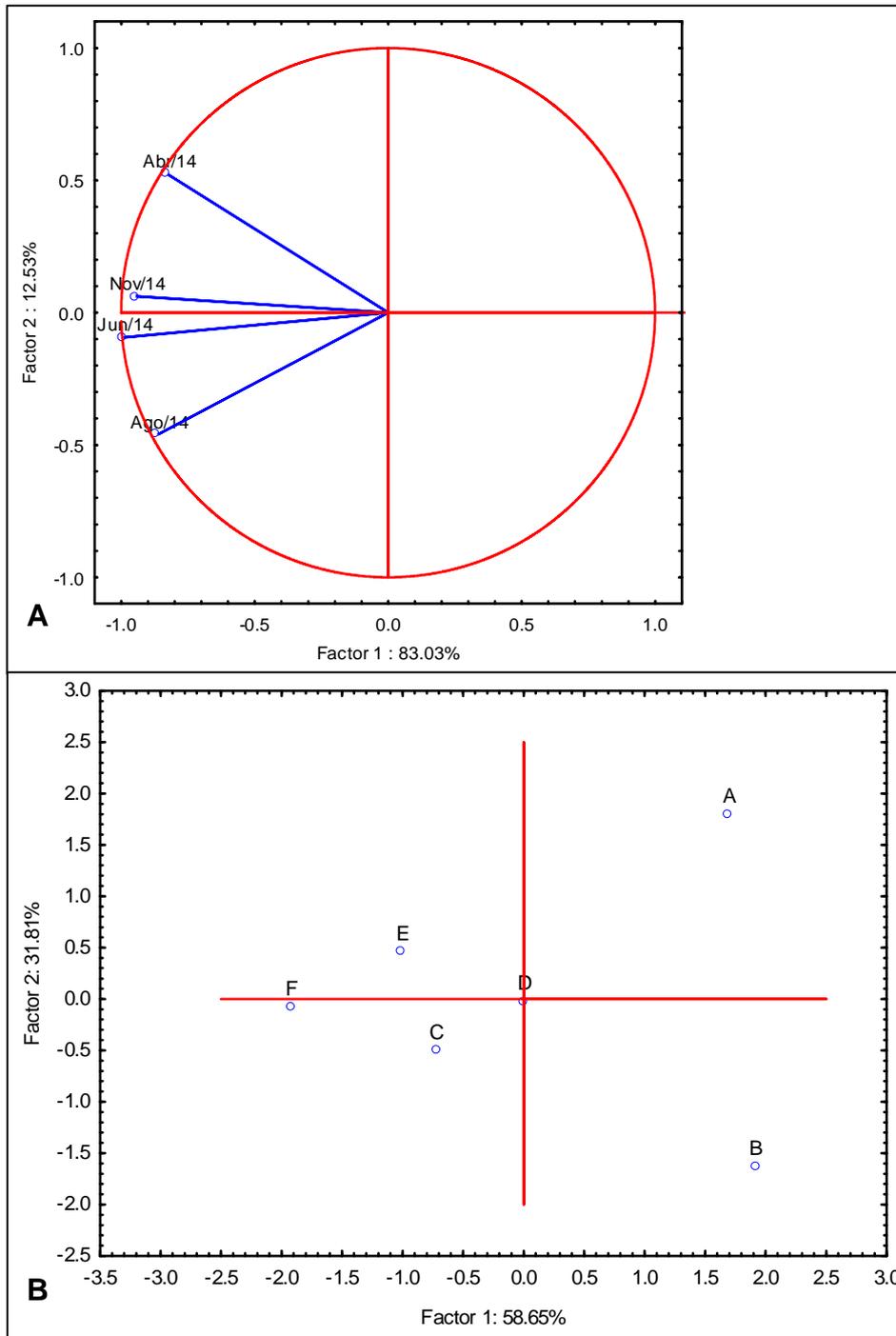
<b>Espécie</b>	<b>Guilda Trófica</b>	<b>Referência Bibliográfica</b>
<i>Apareiodon</i> sp.	Detritívoro	-
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Onívoro	Andrian <i>et al.</i> , 2001
<i>Astyanax paraguayae</i>	Onívoro	-
<i>Astyanax fasciatus</i>	Insetívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Astyanax</i> sp.		-
<i>Bryconamericus</i> sp.	Insetívoro	-
<i>Callichthys callichthys</i>	Insetívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i>	Herbívoro	Gandini <i>et al.</i> , 2012
<i>Cichla ocellaris</i>	Ictiófago	Froese & Pauly, 2014
<i>Harttia</i> sp.	Detritívoro	-
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	Insetívoro	-
<i>Hypostomus affinis</i>	Detritívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Hypostomus punctatus</i>	Detritívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Ictiófago	Dias <i>et al.</i> , 2005
<i>Pimelodella</i> sp.	Insetívoro	-
<i>Pimelodus fur</i>	Insetívoro	Stefani, 2010
<i>Pimelodus maculatus</i>	Onívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Pogonopoma paraguayae</i>	Detritívoro	Froese & Pauly, 2014
<i>Rhamdia quelen</i>	Ictiófago	Froese & Pauly, 2014
<i>Rineloricaria</i> sp.	Detritívoro	-



**Figura 20.** Classificação das espécies quanto à guilda trófica de acordo com referência bibliográfica disponível. A = campanha de novembro/2014 (chuva) e B = comparação entre as campanhas já realizadas, abril/2014 (seca), junho/2014 (seca), agosto/2014 (seca) e novembro (chuva) durante o Monitoramento no STP de Anta.

**Tabela 14.** Resultado estatístico da análise de ordenação de componente principal (PCA) para o descritor guilda trófica. Os valores em negrito representam as maiores contribuições.

Descritor	Item	Contribuição (%)	
		Eixo 1	Eixo 2
Classe de comprimento (cm)	Detritívoro	1,33	6,71
	Herbívoro	8,95	<b>59,81</b>
Guilda Trófica	Ictiófago	28,73	6,22
	Insetívoro	3,76	22,76
	Onívoro	<b>57,23</b>	4,50
	Campanhas		
	Abr/14	0,21	<b>0,55</b>
	Jun/14	<b>0,30</b>	0,02
	Ago/14	0,23	0,43
	Nov/14	0,27	0,01
Estatísticas	Eigenvalues		
Variância total explicada 95.56%			



**Figura 21.** Ordenação dos pontos amostrais pelo grupo funcional guilda trófica. A = Campanhas e B = Guildas tróficas.

### **Análise do estágio de maturação gonadal (EMG) da ictiofauna**

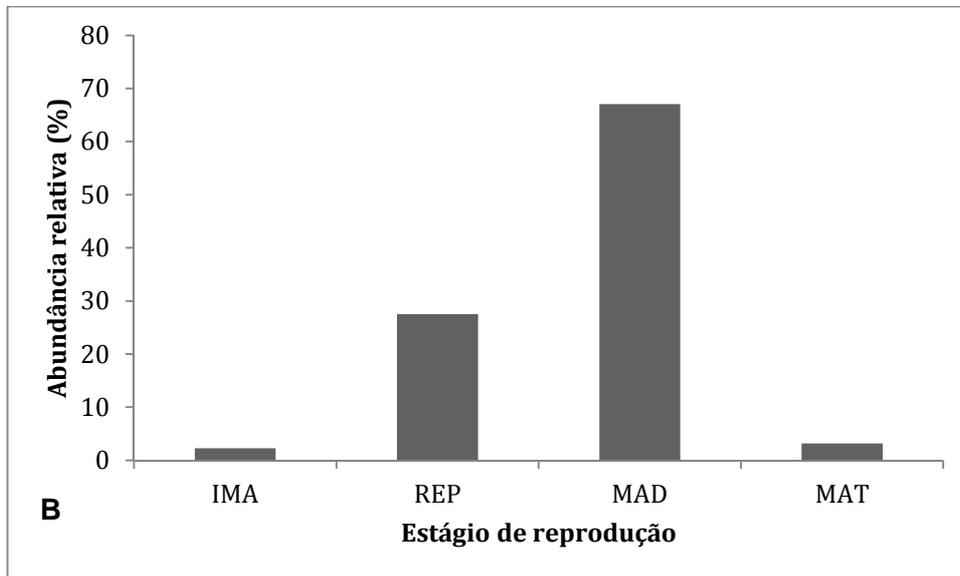
Conhecer as estratégias e táticas do ciclo de vida dos peixes permite compreender como esses se adaptam e interagem aos ambientes. Este conhecimento revela como estes organismos interagem com os fatores bióticos e abióticos do meio em que vivem (VAZZOLER, 1996). Ao longo das campanhas foram realizadas análises relacionadas ao EMG das espécies mais representativas ao longo do estudo. A tabela 15 apresenta os resultados das análises dos estágios reprodutivos das espécies coletados ao longo do STP. Até a referida campanha as espécies que apresentaram o maior número de exemplares com o estágio maduro (prontos para reproduzir), foram: *Asyanax bimaculatus* (112 exemplares) e *Astyanax paraguayae* (105 exemplares) e grande parte desses exemplares foram coletados na campanha de novembro/14. Das espécies coletadas com o hábito migratório, até o momento, apenas a espécie *Pimelodus maculatus* foi registrada e grande parte dos exemplares foram classificados no estágio de repouso (81 exemplares). Ainda que raro em populações de peixes neotropicais, alguns autores já registraram a mesma proporção de machos e fêmeas (VICENTINI & ARAÚJO, 2003). Esse fato provavelmente é influenciado por vários fatores, como: mortalidade seletiva por sexo, diferença no comportamento, taxa de crescimento; disponibilidade de alimento (CONOVER & KYNARD 1981; NIKOLSKY, 1963).

Com relação ao estágio de reprodução das espécies analisadas nessa campanha de novembro foi possível observar que, da espécie *P. maculatus* apenas um exemplar foi considerado como maduro (apto para reproduzir) e os demais foram considerados como em repouso (não aptos para reproduzir). Demonstrando que os exemplares desta espécie ainda não estão em época reprodutiva.

**Tabela 15.** Proporção de machos(M) e fêmeas (F) coletados e os estagio reprodutivo das espécies analisadas durante o Programa de Monitoramento no STP de Anta na área de influência da AHE Simplício.

ESPÉCIE	Sexo (Fêmea = F; Macho = M)		Estagio de Reprodução			
	F	M	IMT	REP	MAD	MAT
<i>Apareiodon</i> sp.	3	16		4	11	4
<i>Astyanax bimaculatus</i>	101	24		9	112	4
<i>Astyanax fasciatus</i>	30	7			35	2
<i>Astyanax parahybae</i>	105				105	
<i>Astyanax</i> sp.	16	8			24	
<i>Bryconamericus</i> sp.		1		1		
<i>Callichthys callichthys</i>	20			20		
<i>Hypostomus affinis</i>	6	3		4	4	1
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	3	4	1		5	1
<i>Pimelodus fur</i>	2	1		3		
<i>Pimelodus maculatus</i>	39	54	9	81	1	2





**Figura 22.** Análise do estágio de maturação gonadal (EMG) da ictiofauna coletada. A = proporção de machos (M) e fêmeas (F) e B = estagio reprodutivo das espécies analisadas ao longo das campanhas já realizadas do Monitoramento no STP de Anta.

## STATUS DE CONSERVAÇÃO

A lista de espécies contidas na Instrução Normativa 05/04 e suas alterações (52/04) apresentam 135 espécies ameaçadas de peixes de água doce, todas pertencentes à classe Actinopterygii. Essas espécies de água doce, consideradas ameaçadas, constituem 5,9% das espécies de peixes conhecidas em nossa fauna, mas, pela ausência de conhecimento taxonômico e a não avaliação de um número considerável de espécies, há poucas dúvidas de que este número esteja subestimado (MMA, 2008). Foram utilizadas as listas oficiais de animais ameaçados ou em perigo de extinção no Brasil (ICMBIO, 2005; IUCN, 2007; MMA, 2008; Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, 2008) para a análise das possíveis espécies ameaçadas.

Levando em consideração os dados das campanhas já realizadas, apenas uma espécie foi considerada como ameaçada de extinção, *Pogonopoma parahybae* (cascudo-leiteiro) (Figura 23), coletada apenas na

primeira campanha. A espécie foi considerada como criticamente em perigo (ameaçada de extinção) por MACHADO *et al.* (2005) e POMPEU & VIEIRA, (2008). Em 2010 foi realizada uma oficina para a elaboração do Pan Paraíba do Sul, onde a espécie *P. parahybae* se insere como uma das espécies alvo deste plano de conservação. Devendo assim, ressaltar a importância dessa espécie encontrada na área do estudo.



**Figura 23.** Exemplar coletado da espécie *Pogonopoma parahybae* (cascudo-leiteiro) no STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE de Simplício.

## ESPÉCIES MIGRATÓRIAS

A migração dos peixes se dá em função da busca de habitats para reprodução, alimentação ou refúgio, durante períodos em que as condições bióticas ou abióticas do ambiente se tornem mais ou menos favoráveis para determinar aquela atividade da espécie (LOWE-MCCONNELL, 1999). Apesar do interesse que as espécies migradoras despertam em várias décadas, e das pesquisas já realizadas, aspectos básicos do comportamento e ecologia de várias delas ainda permanecem desconhecidos (HAHN *et al.*, 2004).

As espécies coletadas ao longo das campanhas foram classificadas como não migradoras ou migradoras. Cabe destacar dentre os tipos de migrações, aquelas para fins reprodutivos. O rompimento da conectividade entre sítios reprodutivos e de alimentação pode ser catastrófico para peixes migradores. Das 20 espécies registradas nesse estudo, apenas *Pimelodus maculatus* (mandi) possui movimentação significativa para ser considerada como migratória (Figura 24). Essa espécie depende diretamente da migração

rio acima para completar seu ciclo reprodutivo. De maneira geral esse peixe apresenta fertilização externa e não possui nenhum cuidado parental (GRAÇA & PAVANELLI, 2007). Geralmente os peixes que realizam grandes migrações são peixes grandes, com desovas sazonais, ovos pequenos e fecundidade elevada (SUZUKI, 1992).



**Figura 23.** *Pimelodus maculatus* (mandi) espécie alvo coletada até a referida campanha do Monitoramento do STP da barragem de Anta.

## ESPÉCIES EXÓTICAS

Devido à inadequação às suas necessidades, a grande maioria das espécies exóticas não se estabelecem nos locais onde são introduzidas. Apesar disso, algumas conseguem se instalar em seu novo ambiente e quando isso ocorre, costumam crescer em abundância às custas das espécies nativas. Este fato pode ocasionar o deslocamento de espécies nativas através da

competição por limitação dos recursos, predando as espécies nativas e alterando o seu hábitat (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

No atual cenário, se constatou a presença da espécie exótica, *Cichla ocellaris* popularmente conhecida como tucunaré (Figura 25). Esta espécie foi coletada no ponto P3 e visualizada no ponto P2, no entanto, ainda não se pode afirmar que *C. ocellaris* estaria utilizando a escada de peixes como estratégia alimentar predatória, visto que algumas espécies não migratórias também utilizam a escada para realizar pequenos deslocamentos.



**Figura 25.** Espécie exótica, *Cichla ocellaris* (tucunaré) encontrada ao longo das campanhas do Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

## ANÁLISE DE ICTIOPLÂNCTON

Para completarem seu ciclo reprodutivo, parte dos ovos e larvas alcançam lagoas marginais e outra parte desce à deriva ao longo dos rios. Para que estes ovos à deriva alcancem e recolonizem sítios a jusante, distantes ao local de desova é necessária a conectividade dos rios. Os reservatórios formados pelos barramentos por si só funcionam como barreiras físicas ao deslocamento destes ovos e larvas no sentido jusante. Ovos e larvas que chegam em grandes reservatórios chegam a experimentar muitas vezes 100% de mortalidade (Pompeu *et al.* 2012). Essa mortalidade é causada tanto pelo ambiente lântico formado que provoca o afundamento dos ovos às regiões profundas e, muitas vezes, anóxicas. Outro fator que contribui para essa

elevada mortalidade são as altas taxas de predação. Estas são resultantes de águas mais cristalinas dos reservatórios associadas à espécies predadoras muitas vezes introduzidas como corvinas e tucunarés. Portanto, ter informação se o STP funciona ou não como via de passagem de ovos e larvas de peixes migradores, está dentre as mais importantes informações relacionadas ao aspecto conservacionista do STP que podemos acessar.

Até a referida campanha, nenhum exemplar de ovos e larvas foi coletado. As amostras de novembro estão em análise para serem apresentadas no próximo relatório.

### **3. MONITORAMENTO POR VÍDEO**

Estudos relacionados à eficiência do uso de filmagens de vídeo para monitoramento do fluxo de peixes em STP's abordam que esta é uma metodologia viável, desde que condições ambientais como turbidez e transparência sejam favoráveis (ASSIS, 2010). A contagem de peixes a partir de imagens registradas em mídias digital ou magnética tem várias vantagens. A técnica não é invasiva e, portanto, as imagens são feitas sem interferência humana no comportamento dos peixes. Elas podem ser registradas 24 h por dia, sete dias da semana e, ainda, permitem reavaliações posteriores sempre que necessárias (LOPES & SILVA, 2012). Neste relatório foram contemplados aspectos técnicos do equipamento instalado, resultados obtidos no primeiro mês e sua eficiência e efetividade como ferramenta complementar ao estudo de monitoramento do STP. As perspectivas relacionadas às possibilidades analíticas futuras também são abordadas. A passagem de peixes para montante possui duas funções principais, que seriam evitar a extinção de espécies locais e promover recursos pesqueiros para reservatórios (GODINHO & KYNARD, 2009).

Durante o estudo, já foram realizadas observações ao longo de sete meses (janeiro a julho). É importante considerar que foi possível apenas realizar a análise no período diurno, uma vez que não existe instalado ainda, um sistema de iluminação externa à sala de observação, em frente ao visor do STP. No entanto ao longo dos sete meses de estudos, algumas horas foram interrompidas do vídeo devido ao desligamento do equipamento por falta de fornecimento de energia. Até o momento foram observados 714 espécimes distribuídos em 13 espécies, 3 ordens, 9 famílias (Tabela 13).

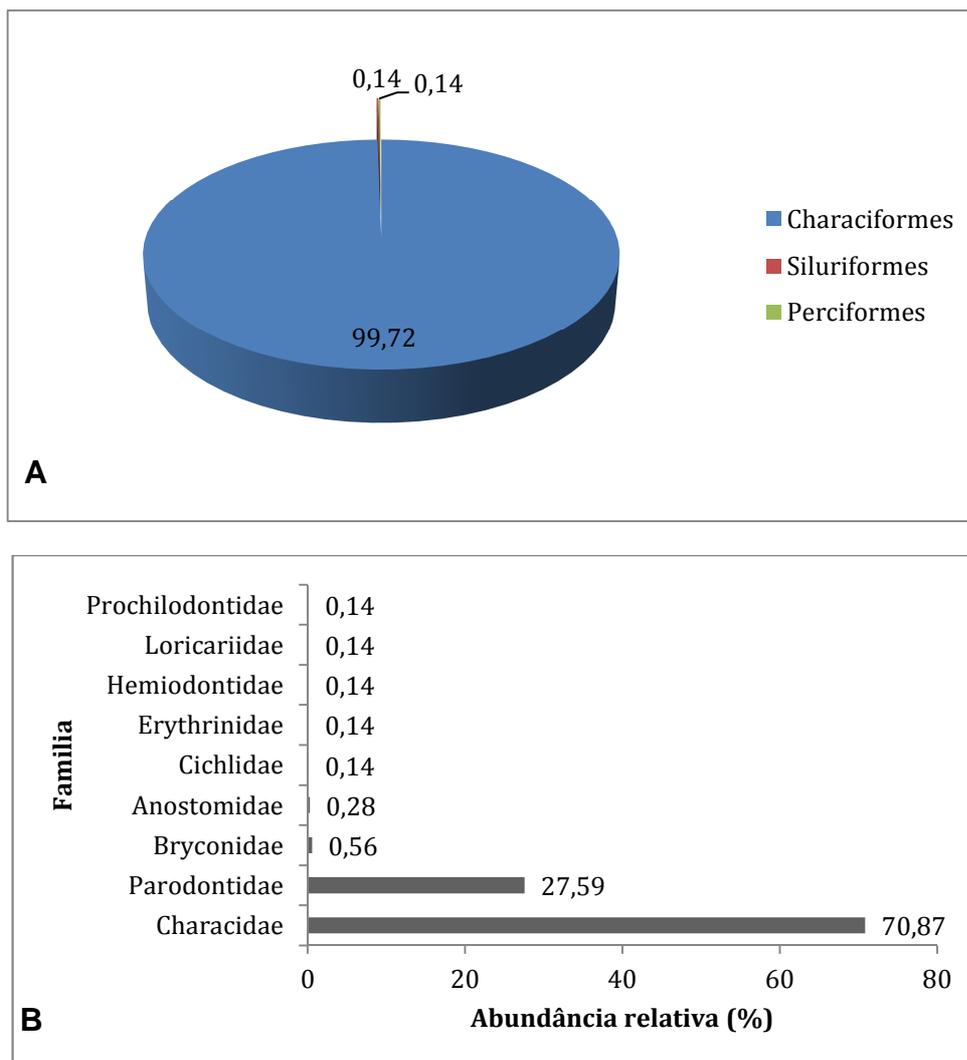
**Tabela 16.** Classificação dos grupos taxonômicos (Ordens, Famílias, Gêneros e espécies), abundância por espécie da ictiofauna detectadas subindo o STP (Janeiro a junho/ 2014) da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

Classificação Taxonômica		Nome popular	Abundância absoluta	Abundância relativa (%)
<b>Família Hemiodontidae</b>				
	<i>Hemiodus</i> sp.	Bananinha	1	0,14
<b>Família Prochilodontidae</b>				
	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes 1847)	Curimata	1	0,14
<b>Família Bryconidae</b>				
	<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	Dourado	4	0,56
<b>Família Characidae</b>				
	NI		3	0,42
<b>Ordem Characiformes</b>	<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linneaus, 1758)	Lambari	21	2,94
	<i>Astyanax</i> sp.	Lambari	89	12,46
	<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)	Peixe-cachorro	393	55,04
<b>Família Anostomidae</b>				
	<i>Leporinus mormyrops</i> Steindachner, 1875	Piau	1	0,14
	<i>Leporinus</i> sp.	Piau	1	0,14
<b>Família Erythrinidae</b>				
	<i>Hoplias</i> sp.	Traíra	1	0,14
<b>Família Parodontidae</b>				

**Classificação Taxonômica**

		<b>Nome popular</b>	<b>Abundância absoluta</b>	<b>Abundância relativa (%)</b>
	<i>Apareiodon sp.</i>	Canivete	197	27,59
<b>Ordem</b>	<b>Família Locariidae</b>			
<b>Siluriformes</b>	<i>Hypostomus sp.</i>	Cascudo	1	0,14
<b>Ordem</b>	<b>Família Cichlidae</b>			
<b>Perciformes</b>	<i>Cichla sp.</i>	Tucunaré	1	0,14

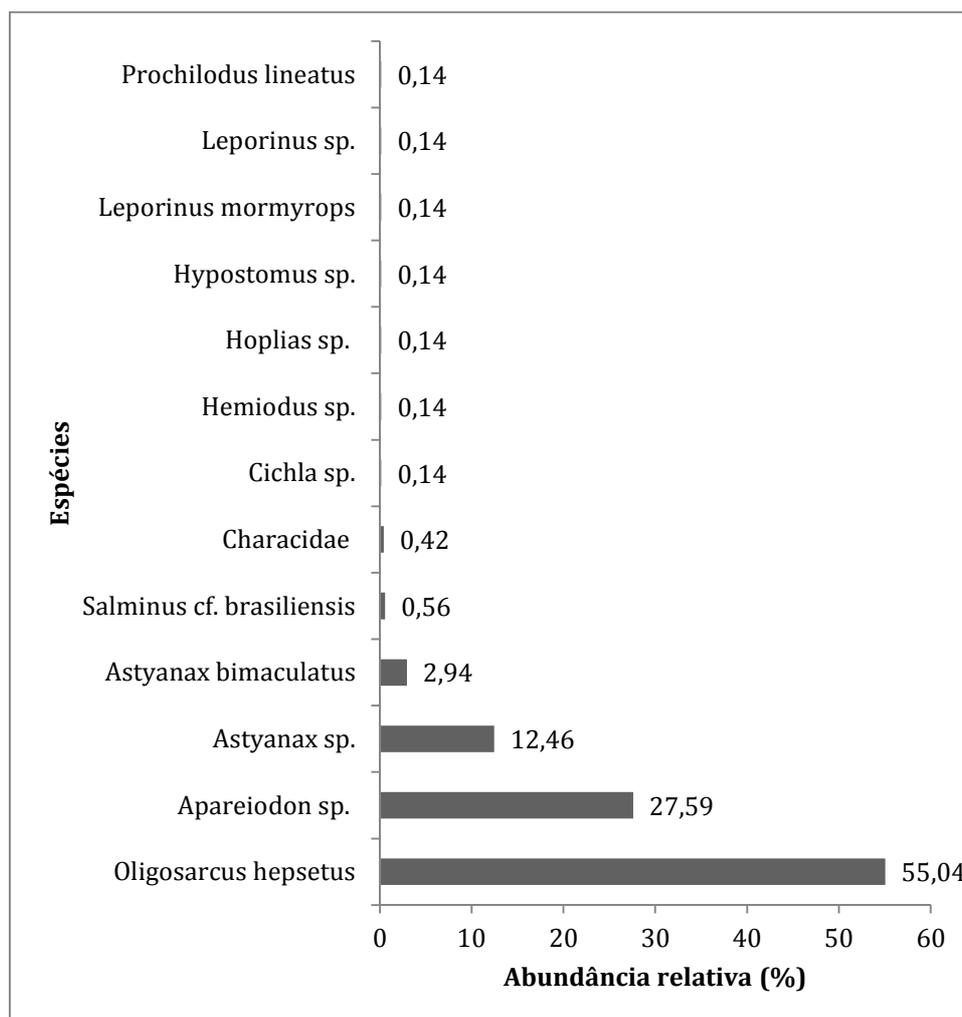
Dentre as ordens encontradas, a Characiformes foi a mais representativa com 99,72% dos exemplares avistados. Dentre as famílias, a Characidae foi a mais representativa com 70,87% (Figura 24).



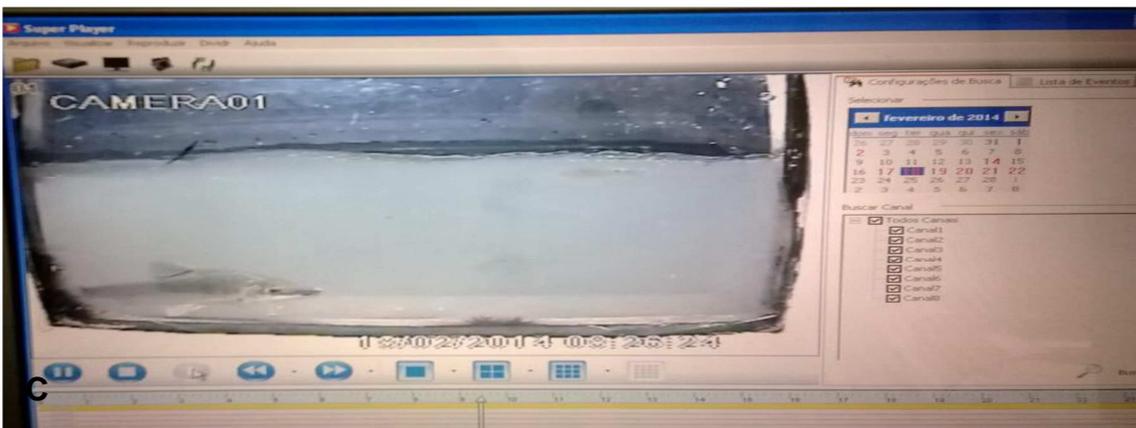
**Figura 24.** Percentual da abundância relativa (%) por ordem (A) e família (B) da ictiofauna observada nas filmagens durante o Monitoramento do STP da barragem de Anta, na área de influência da AHE Simplício.

Dentre as 13 espécies observadas, os migradores *Salminus brasiliensis* (dourado), *Prochilodus lineatus* (curimatá) e *Leporinus mormyrops* (piauí) foram apenas detectados por vídeo. Estas espécies não foram coletadas durante as

capturas nos degraus do STP da barragem de Anta até o momento. As espécies mais representativas foram: *Oligosarcus hepsetus* (55,04%); *Apareiodon* sp. (27,59%) e *Astyanax* sp. (12,46%) (Figuras 25).



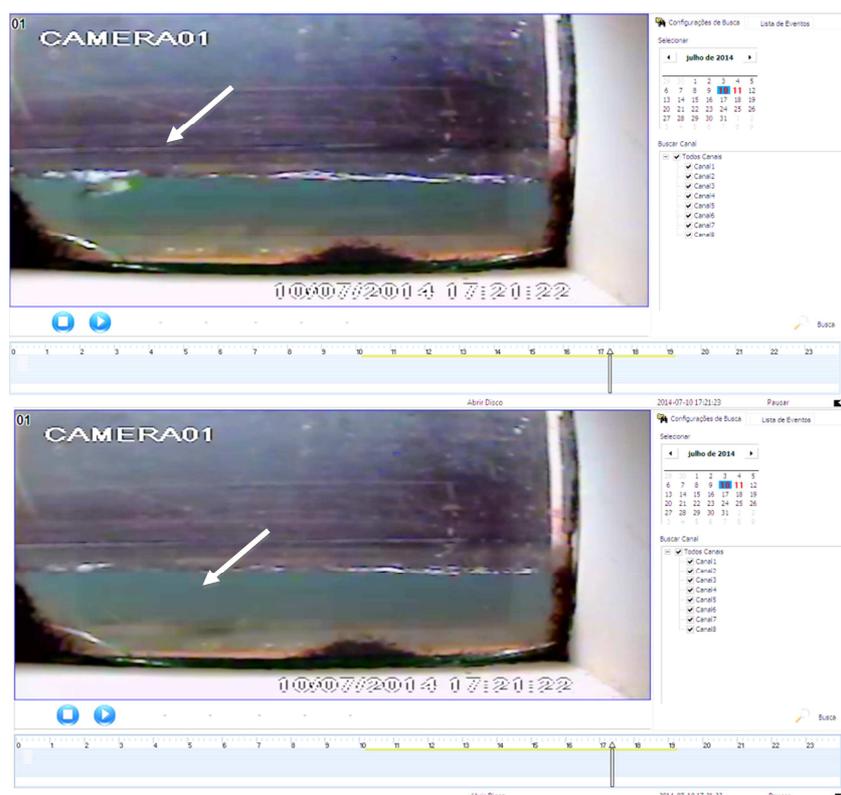
**Figura 25.** Número de indivíduos por espécies observadas durante a filmagem ao longo do Programa de Monitoramento da Ictiofauna no STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício.





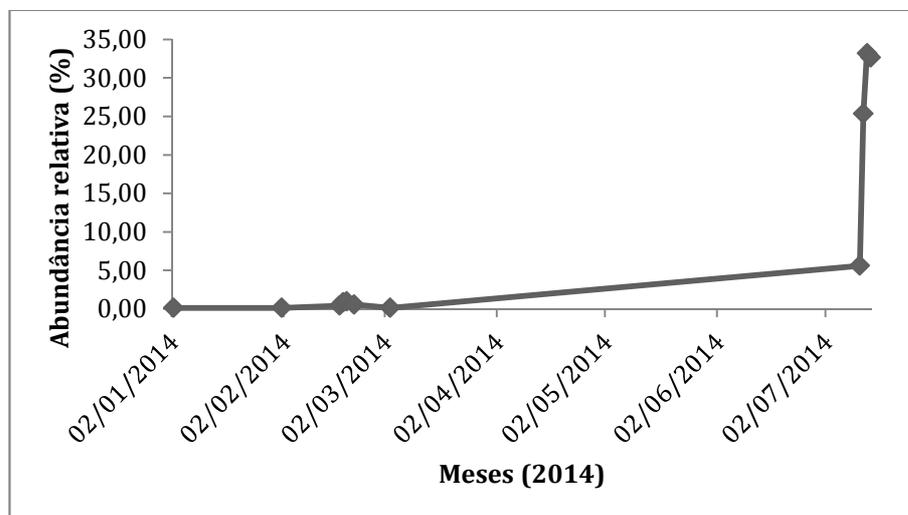
**Figura 26.** Exemplos de observações de peixes subindo o STP da barragem do AHE Anta. A = *Prochilodus lineatus* (curimatá); B = *Astyanax bimaculatus* (lambari); C = *Leporinus* sp. (piauí); D, E = *Apareiodon* sp. e F = *Oligosarcus hepsetus*.

Foi possível observar aspectos de predação ao longo do STP da barragem do AHE Anta, onde um espécime de *Hoplias* sp. (traíra) tentava se alimentar de um espécime de *Astyanax bimaculatus* (lambari) que realizava deslocamento ascendente (Figura 27).



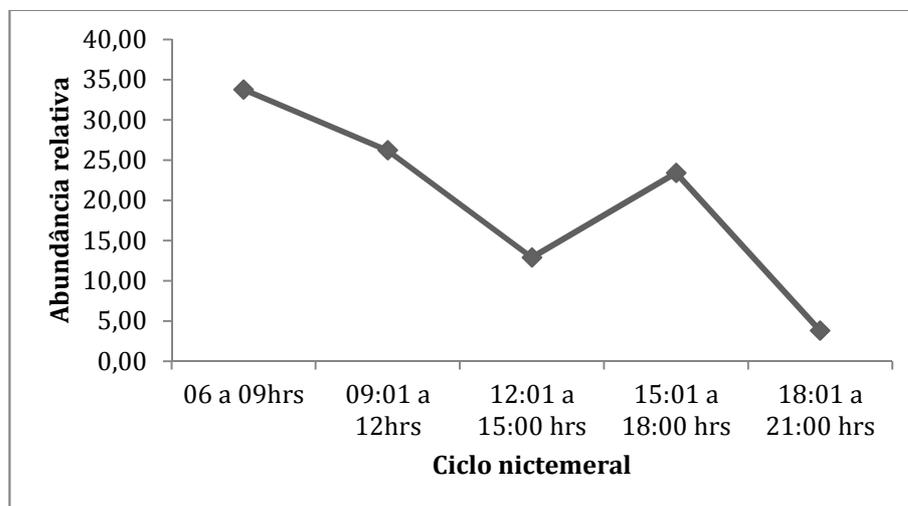
**Figura 27.** Aspectos de predação observado ao longo do Sistema de Transposição de Peixes da barragem do AHE Anta. A = Espécime de *Astyanax bimaculatus* (lambari) realizando deslocamento ascendente e B = Espécime de *Hoplias* sp. (traíra) tentando se alimentar.

Dentre os dias de amostragem foi possível constatar a maior representatividade de movimentos ascendentes dos peixes no mês de julho, representando um total de 96,78%, desse total 32,63% foram visualizados no dia 14 de julho (Figura 28).



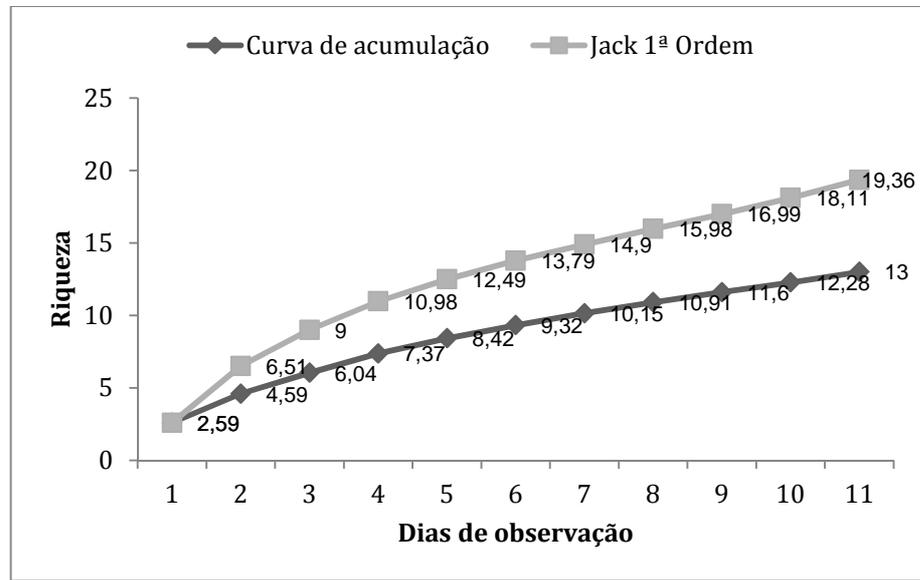
**Figura 28.** Distribuição temporal observada da ictiofauna ao longo dos meses no qual o equipamento ficou ligado.

Com os dados apresentados até o momento, pode-se apresentar uma variação nictemeral geral da assembléia de peixes observada. A partir dos dados futuros, será possível apresentar uma variação nictemeral por espécie observada. Dentre os horários, foi possível observar uma maior representatividade de indivíduos entre os horários de 06:00 à 09:00 (33,75%) e 09:01 à 12:00 (26,19%) (Figura 29). Esses resultados serão melhores observados nos próximos meses, pois irá coincidir com o período de migração.



**Figura 29.** Distribuição nictemeral observada das assembléias de peixes ao longo do STP da barragem do AHE Anta.

É importante também ressaltar que, conforme já citado anteriormente, as filmagens iniciaram-se na 2ª quinzena do mês de janeiro, o que pode ser considerado período final de piracema. Com relação à riqueza de espécies, ao longo dos dados apresentados no mês de julho ocorreu um aumento da riqueza e da abundância, através da análise do Jack-knife 1ª ordem a diversidade encontrada (curva de acumulação) foi de 13 espécies e curva de jack-knife = 19,36 espécies (Figura 30).



**Figura 30.** Curva de acumulação de espécies (Curva do Coletor) e riqueza estimada (Jackknife 1ª Ordem) da ictiofauna observada ao longo dos dias de amostragem do Monitoramento no STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício.

#### **4. MONITORAMENTO GENETICO**

##### **Introdução**

Com o avanço da genética molecular, nas últimas décadas, técnicas utilizando marcadores de DNA foram desenvolvidas permitindo, entre outros aspectos, calcular as distâncias genéticas entre populações e espécies e a heterozigosidade em demes específicos. Estes recursos também começaram a ser utilizados no estudo da variabilidade genética em peixes, especialmente em relação a aspectos evolutivos e sua relação com a biogeografia, a assim chamada filogeografia (AVISE *et al.*, 1987; AVISE, 2000)

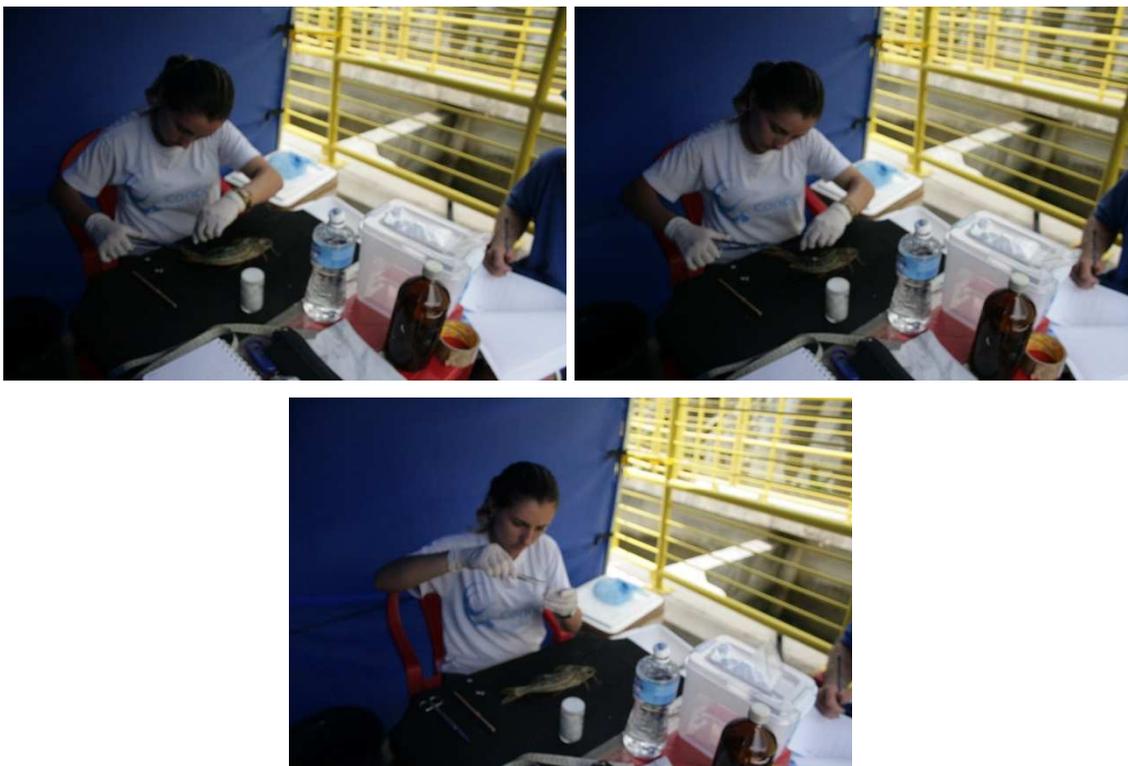
##### **Objetivo**

Avaliar a variabilidade genética de algumas espécies de migradores, como também avaliar a estimativa da estrutura populacional da ictiofauna presente na área de influência do estudo.

##### **Metodologia**

Para avaliar a variabilidade genética e estimar a estrutura populacional da ictiofauna, foram selecionadas para o estudo três espécies de hábito migratório importantes na bacia do rio Paraíba do Sul, as espécies são: *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Leporinus copelandii* (piauí-vermelho) e *Pimelodus maculatus* (mandi). De cada espécie são coletadas amostras de nadadeiras de 30 exemplares em cada campanha, serão realizadas duas campanhas (piracema/2014 e piracema/2015) sendo 60 exemplares de cada espécie totalizando 180 exemplares analisados. Em reunião com o IBAMA foi acertado o acréscimo de espécies suplentes, se caso o n (180 exemplares) não seja alcançado, as espécies suplentes são: *Salminus brasiliensis* (dourado), *Brycon insignis* (piabanha), *Leporinus conirostris* (piauí-branco) e *Prochilodus vimboides* (curimatá). A captura dos exemplares abrange o local da escada de peixes e pontos diversos no reservatório de Anta. As amostras coletadas são conservadas em etanol 95% em microtubos de 2mL e devidamente etiquetadas

(Figura 31) e encaminhadas ao laboratório para realizar as análises de extração do DNA.



**Figura 31.** Metodologia de coleta da nadadeira caudal das espécies da ictiofauna selecionadas para análise genética do Subprograma do Monitoramento Genético na barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício.

### **Andamento**

Até o referido momento já foi coletado um total de 30 exemplares para análise genética da espécie *Pimelodus maculatus* (mandi) 11 exemplares de *Prochilodus lineatus* (curimbatá) 03 exemplares de *Salminus brasiliensis* (dourado) e um exemplar de *Leporinus copelandii* (piauí) (Tabela 17).

**Tabela 17.** Exemplos das espécies capturadas para coleta da nadadeira dorsal para análise genética.

CAMPANHA	ESPÉCIE	Ponto	COMPRIMENTO	PESO	SX	ESTÁGIO
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	28 - 23	173	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	28 - 21	176		
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	28 - 21	175	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	26 - 24	116	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	30 - 25	314	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	21 - 17	104	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	30 - 23	261	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	20 - 15	90	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	23 - 14	108	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	26 - 21	170	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	27 - 23	205	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	26 - 22	185	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	25 - 20	122	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	26 - 21	130	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	25 - 19	136	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	24 - 21	119	F	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	26 - 22	152	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	24 - 21	132	M	REP
C3 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P1	18 - 14	80	M	REP

CAMPANHA	ESPÉCIE	Ponto	COMPRIMENTO	PESO	SX	ESTÁGIO
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P1	19,5 - 15	110	M	MAD
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P1	20 - 16	150	M	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P1	21 - 17	160	F	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	29 - 23	420	M	IMT
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	25 - 21	300	F	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P2	21 - 17	130	M	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	31 - 25	810	F	MAT
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	24 - 20	290	M	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	20 - 16	150	F	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	19 - 15	150	M	REP
C4 - STP	<i>Pimelodus maculatus</i>	P3	25,5 - 21	360	M	REP
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	52 - 42	1820	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	50 - 43	2000	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	52 - 42	1820	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	57 - 48,5	3130	F	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	62 - 52	4800	F	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	52 - 44	2180	F	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	46 - 38	1340	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	51 - 41	1650	M	

<b>CAMPANHA</b>	<b>ESPÉCIE</b>	<b>Ponto</b>	<b>COMPRIMENTO</b>	<b>PESO</b>	<b>SX</b>	<b>ESTÁGIO</b>
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	51 - 43	1840	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	49 - 40,5	1590	M	
Campanha telemetria	<i>Prochilodus lineatus</i>	Jusante da escada de anta	49 - 39	1570	M	
Campanha telemetria	<i>Salminus brasiliensis</i>	Jusante da escada de anta	53 - 46	1900	F	
Campanha telemetria	<i>Salminus brasiliensis</i>	Jusante da escada de anta	55 - 49	2140	M	
Campanha telemetria	<i>Salminus brasiliensis</i>	Jusante da escada de anta	55 - 49	2000	M	
Campanha telemetria	<i>Leporinus copelandii</i>	Jusante da escada de anta	45 - 39	1080	M	

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO RELATÓRIO

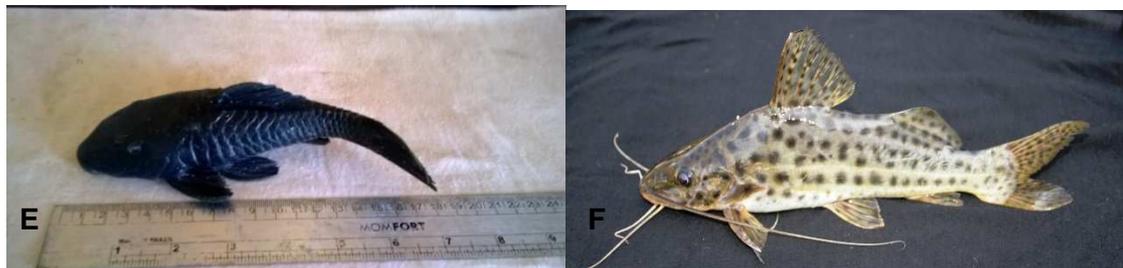
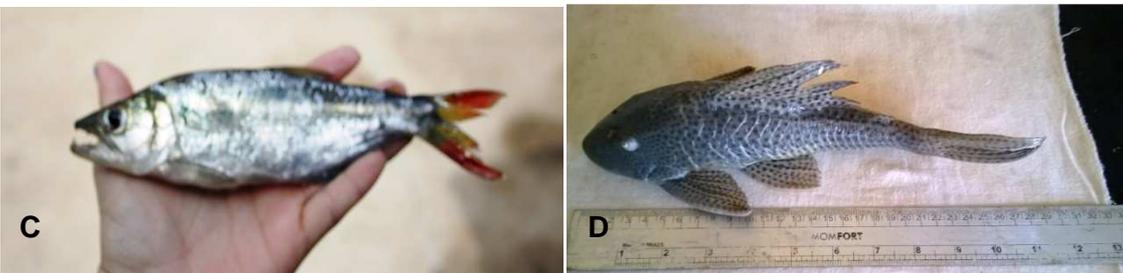
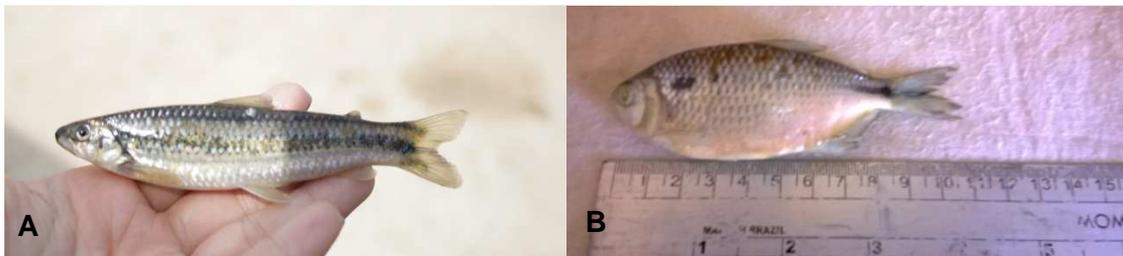
Os dados obtidos nas campanhas de monitoramento no STP em abril/14, junho/14, agosto/14 e novembro/14 determinaram que as espécies capturadas dentro da escada são comuns à ictiofauna local. Os dados apresentados correspondem a 11% das espécies nativas descritas para o rio Paraíba do Sul (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 1997; BIZERRIL, 1999). Até a referida campanha já foram registrada algumas espécies migratórias, como: *P. maculatus* (coletado), *S. brasiliensis* (vídeo), *P. lineatus* (vídeo) e *B. insignis* (vídeo), as demais espécies foram classificadas como não migradores. No entanto, o número de exemplares migradores capturados na escada ainda é pequeno, provavelmente esse resultado esteja refletindo o atraso do período chuvoso. A presença da espécie *Cichla ocellaris* (tucunaré) é importante, pois indica a possível utilização do STP por espécies exóticas, fato que está sendo monitorado ao longo do estudo.

Com relação aos dados obtidos através das filmagens, mesmo com a água turva foi possível detectar a subida de algumas espécies pelo STP (incluindo alguns migradores). Isso demonstra que a filmagem, como complemento à coleta de peixes dentro da escada, além do estudo de telemetria, é uma importante ferramenta para o monitoramento da subida/descida dos peixes pelo STP. Diante dos dados obtidos, ao longo das quatro campanhas já realizadas, nota-se que o STP da barragem do AHE Anta permite a passagem, de jusante para montante, de espécies de peixes (incluindo os migradores) de diversos tamanhos. Esses resultados serão melhores visualizados com as próximas campanhas realizadas no período migratório. A manutenção do monitoramento é essencial para melhor entendimento do papel do STP da barragem do AHE Anta, dentro do atual contexto em que se encontra o ecossistema do rio Paraíba do Sul sob influência dos atuais barramentos. Portanto, espera-se que com as campanhas



futuras, possa cada vez mais, obter informações que subsidiem uma descrição eficiente do aspecto funcional deste STP.

6. ACERVO FOTOGRÁFICO DOS PEIXES COLETADOS DURANTE AS CAMPANHAS DO MONITORAMENTO DO STP DA BARRAGEM DO AHE ANTA.





**Figura 32.** Exemplos coletados durante as campanhas do Monitoramento do STP da barragem do AHE Anta, na área de influência da AHE Simplício. A = *Apareiodon* sp. (canivete); B = *Astyanax bimaculatus* (lambari); C = *Oligosarcus hepsetus* (peixe-cachorro); D = *Hypostomus punctatus* (cascudo); E = *Pogonopoma parahybae* (cascudo); F = *Pimelodus maculatus* (mandi); G = *Pimelodus fur* (mandi); H = *Cichla ocellaris* (tucunaré) I = *Rineloricaria* sp. (cascudo); J = *Hypostomus affinis* (cascudo); L = *Astyanax fasciatus* (lambari) e M = *Callicthys callichthys*.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL-FILHO, A. Estudo sobre o Sistema de Transposição de Peixes em Barragens de Hidroelétricas. Universidade de São Paulo Instituto de Eletrotécnica e Energia. São Paulo. 2010.

AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M., PETRY, A. C., GOMES, L. C.; JÚLIO Jr., HF. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, Vol. 10, no. 2, p. 174-186. 2007.

ANDRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Departamento de Biologia/Nupélia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá*. v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

ASSIS, P. R. C. Monitoramento de Peixes em escadas: Contagem visual ou amostras com tarrafas?. Universidade Federal do Tocantins. Dissertação de Mestrado. P29. 2010.

AVISE, J.C. Phylogeography. The history and formation of species. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts,. 447 p. 2000.

AVISE, J.C.; ARNOLD, J.; BALL, R.M.; BERMINGHAM, E.; LAMB, T.; NEIGEL, J.E.; REEB, C.A.; SAUNDERS, N.C. Intraespecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.18, p.489-522, 1987.

BAPTISTA, C. P. B. & FIALHO, C. B. Hábito alimentar de *Apareiodon affinis* Steindachner, 1879 (Characiformes: Parodontidae) do rio Íbicuí-Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. Laboratório de Ictiologia, Depto. de Zoologia, UFRGS. 2002.

BEAUMORD, A.C. & PETRERE JÚNIOR, M. Fish communities of Manso River, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. Acta Biológica Venezuelica, Caracas, v. 15, n. 2, p.21-35, 1994.

BEGON, M.; TOWNSEND, R. C.; HARPER, L. J. Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas, 4ed. Porto Alegre. Armed. 2007.

BIZERRIL, C. R. F. S. A ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul. Biodiversidade e padrões biogeográficos. Brazilian Archives of Biology and Technology 42:233-250. 1999.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. DE S.; LOPES, B. S. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Brasília, Embrapa. 184p. 1999.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. Catalogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional. Rio de Janeiro, RJ. p. 195. 2007.

CARNEIRO-JR, A. R. Migrações Ascendentes de Peixes Neotropicais e Hidrelétricas: Proteção a Jusante de Turbinas e Vertedouros e Sistemas de Transposição. Tese de doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. p. 235. 2008.

COLWELL, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. 2009.

CONOVER, D. O. & KYNARD, M.H. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. *Nature* 326:496-498. 1981.

DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. Vozes, Universidade de São Paulo, Petrópolis, São Paulo. 1978.

DIAS, A. C. N. L.; BRANCO, C. W. C.; LOPES, V. G. Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. Núcleo de Estudos Limnológicos, DCN/ECB, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Av. Pasteur, 458, sala 403,22290-240. 2005.

DIAS, S. C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 26(4): 373-379. 2004.

ESPIRITO-SANTO, C.E., OYAKAWA, O.T.. MANNA DE DEUS, J.R. & CAMARGO, F.A. Manual de peixes da Serra da Mantiqueira, vale do Paraíba, SP com ocorrências na Fazenda São Sebastião do Ribeirão Grande, Pindamonhangaba. Resumo apresentado no XII Encontro Brasileiro de Ictiologia, 24-28 de Fevereiro, São Paulo.1997.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*/Francisco de Assis Esteves (Coordenador) – 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 826, 2011.

FERNANDEZ, D. R.; AGOSTINHO, A. A.; BINI, L. M.; GOMES, L. C. Environmental factors related to entry into and ascent of fish in the experimental ladder located close to Itaipu Dam. *Neotropical Ichthyology*, 5: 153–160. 2007.

FROESE, R.; PAULY, D. Fishbase. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Acessado em Junho de 2014.

GANDINI, C. V.; BORATTO, I. A.; FAGUNDOS, D. C.; POMPEU, P. S. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. Setor de Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras - Lavras, MG, Brasil - Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 102(1):56-61, 30 de março de 2012.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B. Migratory fishes of Brazil: Life history and fish passage needs. *Rivers Research and Applications*. 25: 702–712. 2009.

GRAÇA, W. J. & PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do Alto rio Paraná e áreas adjacentes. *EDUEM*, Maringá. p. 241. 2007.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. Trophic ecology of the fish assemblages. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.) *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 2004.

ICMBIO. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-especies/1290-cascudo-leiteiro-pogonopoma-parahybae>

IUCN - WORLD CONSERVATION UNION. Red List of Threatened Animals – RLTA. Disponível em <http://www.iucn.redlist.org>. 2007.

KREBS, C. J. Ecological methodology. New York, Harper & Hall, 654p. 1989.

LANGANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do alto rio Paraná: Composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropical*, v.7, n.3, 2007.

LARINIER, M. *et al.* Passes à Poissons, expertise et conception des ouvrages de franchissement . Frances. p. 227. Collection Mise au point. Conseil supérieur de la pêche. Paris. France. 1999.

LOPES, F. F. & MALABARBA, L. R. Revisão de Alguns Aspectos da Assembleia de Peixes Utilizada em Programas de Monitoramento Ambiental. *Vittalle, Rio Grande*, v. 19, n. 1, p. 45-58, 2007.

LOWE-MCCONNELL, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Editora da USP, São Paulo. 1999.

LOPES, M. J. & SILVA, O. F. Série Peixe Vivo. Transposição de Peixes. Belo Horizonte:Cemig. 2012.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 160p. 2005.

MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity. USA: Blackwell Science Ltd. 256p. 2004.

MARTINS, S. L. Sistemas para a Transposição de Peixes Neotropicais Potamódromos. Tese de doutorado, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da USP, 2005.

MCCUNE, B. & GRACE, J. B. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach: MjM Software Design, p.304, 2002.

MENEZES, N. A. Peixes de água doce da Mata Atlântica: Lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropical. Universidade de São Paulo - Museu de Zoologia. São Paulo, SP. p. 408. 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Machado, A. B. M., Drummond, G. M. Drummond & A. P. Paglia (eds.). Biodiversidade 19, Brasília, DF, 1420 p. 2008.

MORISHITA, I. Co-surviving with Nature. Em: Proceedings of the International Symposium on Fishway'9. Gifu, Japan. 1995.

NIKOLSKY, G. V. The ecology of fishes. London and New York, Academic Press. p.352. 1963.

POMPEU, P.; VIEIRA, F. *Pogonopoma parahybae* (Steindachner, 1877). In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (eds) Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. p. 222 - 223. 2008.

POMPEU, P. S.; A. A. AGOSTINHO AND PELICICE, F. M. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications*, 28: 504 – 512. 2012.

POUILLY, M.; BARRERA, S.; ROSALES, C. Changes of taxonomic and Trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni. 2006.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS Jr., C. J. Check list of freshwater fishes os South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, p. 742. 2003.

RICKLEFS, R. *A Economia da Natureza*. 5 ed. Rio de Janeiro. 2003.

SANTANA, A. O. Caracterização ecológica da ictiofauna do canal principal do Ribeirão João Leite, Goiânia, GO. VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu – MG. Anais. 2007.

SANTOS, G. M.; MÉRONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Eletronorte, Brasília. 2004.

STATSOFT, INC. Statistica (Data Analysis Software System), Version 7, 2007.

STEFANI, P. M. Ecologia trófica e Ecomorfologia de peixes em um trecho do alto rio São Francisco impactado pela transposição do Rio Piumhi, com ênfase nas espécies *Pimelodus fur* Lutken, 1874 e *Leporinus reinhardti* Lutken, 1875. Tese do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas de São Carlos. 2010.

STURGES, H. A. The Choice of a class interval. *J Am Star Assoc*, v.21, 65 – 6, 1926.

SUZUKI, H. I. Variações na morfologia ovariana e no desenvolvimento do folículo de espécies de peixes teleósteos da bacia do rio Paraná, no trecho entre a foz do rio Paranapanema e a do rio Iguaçu. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 140 p. 1992.

VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, EDUEM/SBI/CNPq/ Nupélia, 169p. 1996.

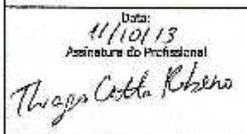
VICENTINI, R. N. & ARAÚJO, F. G. Sex ratio and size structure of *Microspogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba bay, Rio de Janeiro, Brazil. Braz. J. Biol., v. 63, n. 4, p.559-566. 2003.

## 8. ANEXOS

### 8.1. ART

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

<http://c.bio04online.crbio04.gov.br/scripts/art.dll/login>

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2013/07959
CONTRATADO			
2. Nome: THIAGO COTTA ROEIRO		3. Registro no CRBio: 037316/PM-D	
4. CPF: 905.278.365-72		5. E-mail: thiagocotta@yahoo.com.br	
7. End.: R. FERULANO DE FREITAS, 1492/302		8. Compl.:	
9. Bairro: G. FERREZ		10. Cidade: RIO HORIZONTE	
		11. UF: MG	
		12. CEP: 30430-120	
CONTRATANTE			
13. Nome: CONÁGUA AMBIENTAL LTDA			
14. Registro Profissional:		15. CPF / CGC / CNPJ: 01.615.038/0001-90	
16. End.: RUA 91 771			
17. Compl.:		18. Bairro: SEFOR 511	
		19. Cidade: GOIÂNIA	
20. UF: GO		21. CEP: 74300-150	
		22. E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23. Natureza: 1. Prestação de serviço			
Atividade(s) Realizada(s): Execução de estudos, projetos de projetos e/ou serviços; Realização de consultorias/assessorias técnicas, Supervisão estudos/projetos de pesquisas e/ou obras e/ou obras.			
24. Identificação: ECOLÓGO - ICTIÓLOGO - MONITORAMENTO DO SISTEMA DE TRANSPORTAÇÃO DE PEIXES, BIOTELEMETRIA E MONITORAMENTO QUÍMICO DA ICTIOFAUNA DA UHE SIMPLÍCIO - QUEDA GRACA			
25. Município de Realização do Trabalho: ALEM PARAIÁ		26. UF: MG	
27. Forma de participação: INDIVIDUAL		28. Perfil de equipe:	
29. Área de Conhecimento: Ecologia; Zoologia;		30. Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31. Descrição sumária: MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTAÇÃO DE PEIXES DA UHE SANTA RITA NA BARRAGEM DA UHE MONITORAMENTO COM RESOLUÇÃO NA BARRAGEM NA SUPERAÇÃO DO SIA; MONITÓRIO E DISTRIBUIÇÃO DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO; VIGILÂNCIA DE MANTENÇÕES EM REDES; COORDENAÇÃO GERAL TÉCNICA DO PROJETO.			
32. Valor: R\$ 194.472,00		33. Total de horas: 1945	
		34. Início: SET/2013	
		35. Término: SET/2015	
36. ASSINATURAS		37. LOGO DO CRBio	
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 11/10/13 Assinatura do Profissional 		Data: 11/10/13 Assinatura e Carimbo do Contratante 	
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anexo na presente ART, razão pela qual solicitamos a devolução do arquivo deste CRBio.			
Data: / /		Data: / /	
Assinatura do Profissional		Assinatura do Profissional	
Data: / /		Data: / /	
Assinatura e Carimbo do Contratante		Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS  
NÚMERO DE CONTROLE: 4930.6832.5826.1055

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio04.gov.br](http://www.crbio04.gov.br)

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2014/08752</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: RHUANA THAYNA BARROS NASCIMENTO		3.Registro no CRBio: 070710/04-D	
4.CPF: 015.372.691-19	5.E-mail: rhuanaambiental@gmail.com		6.Tel: (62)3271-2735
7.End.: FORTALEZA QD. 07 LT. 13/22 APTº 206 ED ORIENTE		8.Compl.: TORRE CHANDOR	
9.Bairro: ALTO DA GLORIA	10.Cidade: GOIANIA	11.UF: GO	12.CEP: 74815-710
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: CONÁGUA AMBIENTAL			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 01.615.998/0001-00	
16.End.: RUA 91 771			
17.Compl.:		18.Bairro: SETOR SUL	19.Cidade: GOIANIA
20.UF: GO	21.CEP: 74083-150	22.E-mail/Site: relatorios@conaguaambiental.com.br / conaguaambiental.com.br	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : MONITORAMENTO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES, BIOTELEMETRIA E MONITORAMENTO GENÉTICO DA ICTIOFAUNA DA AHE SIMPLÍCIO - QUEDA UNICA.			
25.Município de Realização do Trabalho: ALEM PARAIBA		26.UF: MG	
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGO	
29.Área do Conhecimento: Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DA UHE-ANTA NO RIO PARAÍBA DO SUL; MONITORAMENTO COM RADIOTELEMETRIA E GENÉTICO DOS PEIXES NO RIO PARAÍBA DO SUL.			
32.Valor: R\$ 24.000,00	33.Total de horas: 960	34.Início: OUT/2014	35.Término: SET/2016
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBIO</b>
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 15/10/14		Data: 15/10/14	
Assinatura do Profissional 		Assinatura e Carimbo do Contratante 	
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>	
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 4448.9695.9755.4523**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio04.gov.br](http://www.crbio04.gov.br)



**Conágua Ambiental Ltda.**

**Endereço: R. 91, 771 - Setor Sul, Goiânia - GO, 74083-150**

**Telefone: (62) 3218-1010 - <http://conaguaambiental.com.br/>**