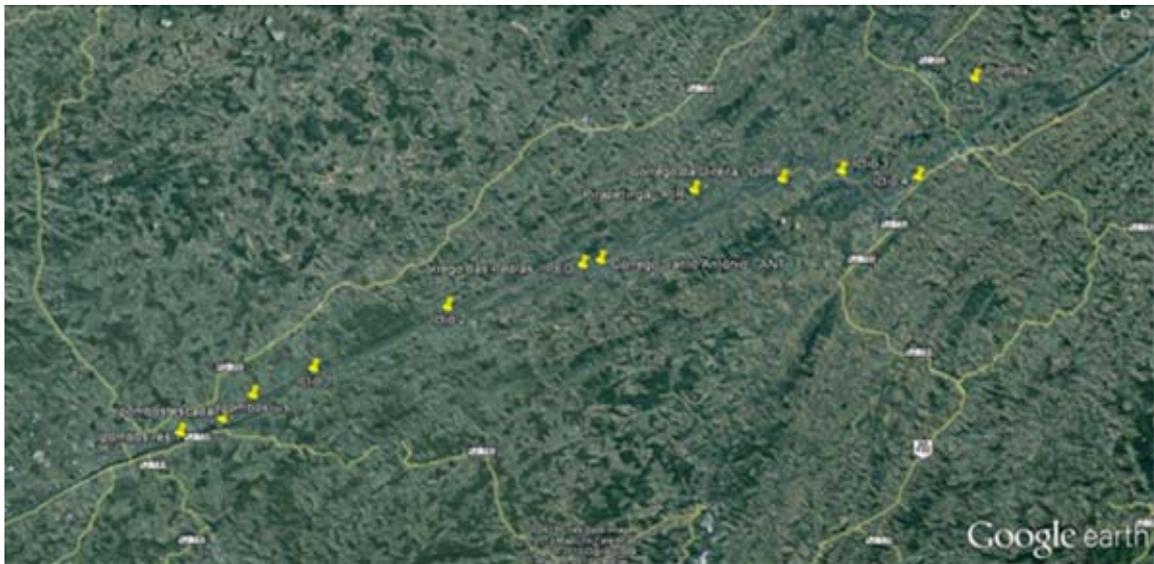


Programa de Pré-Monitoramento da Ictiofauna

UHE Itacara



Relatório 2ª Campanha Junho 2013

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO.....	3
2.	IDENTIFICAÇÃO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA	4
3.	ÁREA DE ESTUDO	5
4.	MALHA AMOSTRAL	5
5.	CAPTURA DA ICTIOFAUNA E DEMAIS PROCEDIMENTOS	3
6.	RESULTADOS	5
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
8.	SUGESTÃO DE ATIVIDADES DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA.....	19
9.	LISTA DE AÇÕES DE PRESERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA	31
10.	BIBLIOGRAFIA	32
11.	CRONOGRAMA	37

1. APRESENTAÇÃO

A Bacia do Rio Paraíba do Sul é uma das mais estudadas do Brasil, alvo de amostragens ictiológicas desde o final do século XIX. Contudo, a produção de trabalhos sobre a ictiofauna da bacia aumentou significativamente a partir da década de 1970. Destacam-se os trabalhos de BRITSKI (1972), NUNANN et al. (1983), ARAÚJO (1983), ARAÚJO (1985; 1996), COSTA (1994), BIZERRIL (1994, 1995a, 1995b, 1996, 1999), BIZERRIL & PRIMO (2001), TEIXEIRA et al. (2005) etc. A maioria deles são levantamentos taxonômicos, com algumas abordagens sobre a distribuição, reprodução e interação da ictiofauna com fatores bióticos e abióticos do sistema.

BIZERRIL & PRIMO (2001) citam que a Bacia do Rio Paraíba do Sul possui mais de 160 espécies de peixes. Segundo os autores, a bacia se destaca dentro da unidade ictiogeográfica do sudeste brasileiro (*sensu* BIZERRIL, 1994 e BRITSKI, 1994) por exibir alta biodiversidade, representando, provavelmente, a área com maior riqueza ictiofaunística deste local.

Apesar da sua importância ecológica, a bacia possui muitos problemas de conservação da biodiversidade. Em meados do século XX, iniciou-se um período de grande industrialização do Vale do Paraíba, tanto no trecho paulista (em especial de São José dos Campos a Guaratinguetá) quanto na parte fluminense (após a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional, em Volta Redonda). A partir daí, o estabelecimento de várias indústrias na região tem contribuído para a degradação ambiental dos rios até os dias atuais.

O rio Paraíba do Sul sofre influência de outras atividades antrópicas existentes no Vale, tanto no que diz respeito a captação de água e lançamento de esgoto doméstico, quanto a agropecuária, que causa remoção da mata ciliar. A bacia também tem sido afetada pela implantação de barragens de vários empreendimentos hidrelétricos na região.

Tendo em vista a necessidade de conservação da biodiversidade deste ecossistema, o Pré-Monitoramento da ictiofauna neste trecho do Paraíba do Sul mostra-se essencial para identificar as respostas ambientais dos possíveis impactos causados pela instalação e operação da UHE Itaipava, além de fornecer subsídios para regulamentação dos usos dos recursos hídricos, possibilitando o desenvolvimento de medidas mitigadoras.

Este relatório apresenta as atividades realizadas na primeira campanha de campo (chuvosa) do Programa de Pré-Monitoramento da Ictiofauna na AID da UHE Itaipava, realizada entre os dias 5 e 12 de junho de 2013.

2. IDENTIFICAÇÃO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA

➤ EMPREENDEDOR

Nome e/ou razão social: Consórcio UHE Itaocara

CNPJ: 10.532.493/0001-64

Número de inscrição no Cadastro Técnico Federal (CTF): 5.240.652

Endereço completo: Av. Marechal Floriano, 168, 2º andar, Corredor D, Centro, Rio de Janeiro – RJ, Cep 20.080-002

Telefone e fax: 21. 2211-2607 / 21. 2211-8457

➤ EMPRESA CONSULTORA

Nome e/ou razão social: AGRAR Consultoria e Estudos Técnicos S/C Ltda.

CNPJ: 35.795.210/0001-06

Número de inscrição no Cadastro Técnico Federal (CTF): 200.679

Endereço completo: Rua México, 31-D, sala 703, Centro. Rio de Janeiro, RJ. 20.031-144

Telefone e fax:

Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis			
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE			
Nr. de Cadastro: 20069	CPF/CNPJ: 357952100001-06	Emitido em: 21/05/2012	Válido até: 21/05/2012
Nome/Razão Social/Endereço Agrar Consultoria e Estudos Técnicos S/C Ltda. Rua México, 31-D - sala 703 Centro RIO DE JANEIRO/RJ 20031-144			
Este certificado comprova a regularidade no Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental Consultoria Técnica Ambiental - Classe 6.0 Qualidade do Ar Qualidade da Água Uso do Solo Educação Ambiental Recursos Hídricos Recuperação de Áreas Gestão Ambiental Ecossistemas Terrestres e Aquáticos Serviços Relacionados À Silvicultura			
Observações: 1 - Este certificado não habilita o responsável ao exercício de atividades de fiscalização, controle ou a emissão de licenças, por escrito ou autorização expressa, emitidas pelo IBAMA, de programação ou prazos estabelecidos; 2 - No caso de casos especiais de qualquer natureza especificada neste certificado, o responsável deve à autoridade do IBAMA, por escrito, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para a autorização do exercício; 3 - Este certificado não substitui a obrigação legal ambiental imposta pela legislação ambiental; 4 - Este certificado não habilita o responsável de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.		A validade de Pessoa Física e Jurídica no Cadastro Técnico Federal não implica a garantia do IBAMA e por consequência, na emissão de qualquer qualidade, caso haja de violar de qualquer espécie. Autenticação 30/06/2012 14:48:58	

3. ÁREA DE ESTUDO

Os estudos foram desenvolvidos na área de influência da UHE Itacara, no baixo Paraíba-do-Sul, divisa de Minas Gerais e Rio de Janeiro, nos municípios de Itacara, Carmo, Cantagalo, Aperibé, Estrela Dalva, Pirapetinga, Volta Grande e Santo Antônio de Pádua.

4. MALHA AMOSTRAL

Foram selecionados 12 pontos de amostragem do Programa de Monitoramento da Ictiofauna para a fase pré-obras na área de influência da UHE Itacara. Os locais a serem amostrados estão dispostos nas regiões abaixo:

- Reservatório da UHE Ilha dos Pombos;
- A jusante do reservatório da UHE Ilha dos Pombos;
- A jusante do reservatório da UHE Itacara;
- No reservatório da UHE Itacara;
- A montante do reservatório da UHE Itacara.
- Em tributários a montante e a jusante da UHE Itacara (atendimento ao Protocolo Mínimo);
- Na foz do rio Pomba.

Essas localidades estão em conformidade com as estações amostrais utilizadas para a elaboração do EIA, com o Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água, atendendo a condicionante 2.11 da LP nº 428/2011, os parâmetros do Protocolo Mínimo de Monitoramento da Fauna Aquática em Empreendimentos Hidrelétricos na bacia do rio Paraíba Do Sul e as metas do PAN Paraíba do Sul (ICMBIO).

Como maneira de melhor estabelecer o monitoramento e quantificar a eficiência de escadas de peixes no rio Paraíba do Sul deverão ser implantados ainda pontos de amostragens no entorno da escada de peixes da UHE Ilha dos Pombos. Para manter a uniformidade entre as amostragens feitas no EIA e as futuras amostragens, deverão ser considerados os pontos apresentados no quadro a seguir.

Tabela I. Áreas de amostragem do Programa de Pré-Monitoramento da UHE Itaocara.

Área	Sigla	Corpo hídrico	Coordenadas (UTM-SAD69)		Descrição do local de coleta
Ic 1	Ipombos res	Rio Paraíba do Sul	754.384	7.584.921	Localizado no reservatório da UHE Ilha dos Pombos. Possui a margem esquerda e direita caracterizada por campos de pastagem, ausência de sítios de alimentação e reprodução, ausência de vegetação ciliar, ausência de afloramentos rochosos, leito de areia e sedimentos, nenhuma declividade acentuada.
Ic 2	Ipombos esc	Rio Paraíba do Sul	764.053	7.589.282	Amostragem realizada na escada de peixes.
Ic 3	Ipombos jus	Rio Paraíba do Sul	792.864	7.598.650	Vegetação ciliar descaracterizada, formada principalmente por gramíneas e arbustos esparsos. Ao longo do rio são encontrados principalmente remansos e também locais de maior velocidade da água, mas que não chegam a formar corredeiras. Localizado a jusante da escada de peixes.
Ic 4	Ictio1	Rio Paraíba do Sul	798.465	7.598.105	Vegetação ciliar descaracterizada, formada principalmente por gramíneas e arbustos esparsos. Ao longo do rio são encontrados principalmente remansos e também locais de maior velocidade da água, mas que não chegam a formar corredeiras. Localizado a jusante do reservatório da UHE Itaocara. Foz do rio Angu.
Ic 5	Ictio2	Rio Paraíba do Sul	774.832	7.592.597	Localizado a jusante de Estrela Dalva. Possui um pequeno remanso, de fundo rochoso, com vegetação ciliar em estágio de recuperação, com a presença de gramíneas.
Ic 6	PIR	Rio Pirapetinga	782.155	7.597.452	Apresenta leito com afloramentos rochosos, áreas de remansos nas margens, regiões com vegetação ciliar de grande porte e águas com velocidade maior do que as do rio Paraíba do Sul. Pode ser considerado um sistema de menor porte que o rio principal.
Ic 7	DIR	Córrego da Direita	788.582	7.598.149	Os córregos possuem características ambientais muito similares. São pequenos riachos que contribuem diretamente com a vazão hídrica do rio principal. Apresentam sinais de assoreamento e erosão das margens, e a vegetação marginal é escassa ou mesmo ausente. O substrato predominante é de silte-argila ou areia. São muito rasos, não excedendo 0,5 metros de profundidade na maioria das amostragens. Forte influência antrópica, como residências e sítios nas proximidades, atividade agropecuária, passagens de pontes, etc.
Ic 8	ANT	Córrego Santo Antônio	775.244	7.592.506	
Ic 9	PED	Córrego das Pedras	773.911	7.592.160	
Ic 10	Ictio3	Rio Paraíba do Sul	793.113	7.598.794	Localizado no reservatório da UHE Itaocara. Neste trecho do rio a vegetação ciliar é composta por gramíneas e o fundo é formado por pedras e rochas.
Ic 11	Ictio4	Rio Paraíba do Sul	798.398	7.598.169	Localizado a jusante da barragem da UHE Itaocara. Possui a vegetação ciliar composta principalmente por gramíneas e o fundo rochoso.
Ic 12	Pomba	Rio Pomba	802.730	7.605.234	Localizado no rio Pomba, um afluente do Paraíba-do-Sul. Cerca de 30 metros de largura entre as margens. Possui vegetação marginal composta por gramíneas e fundo rochoso.

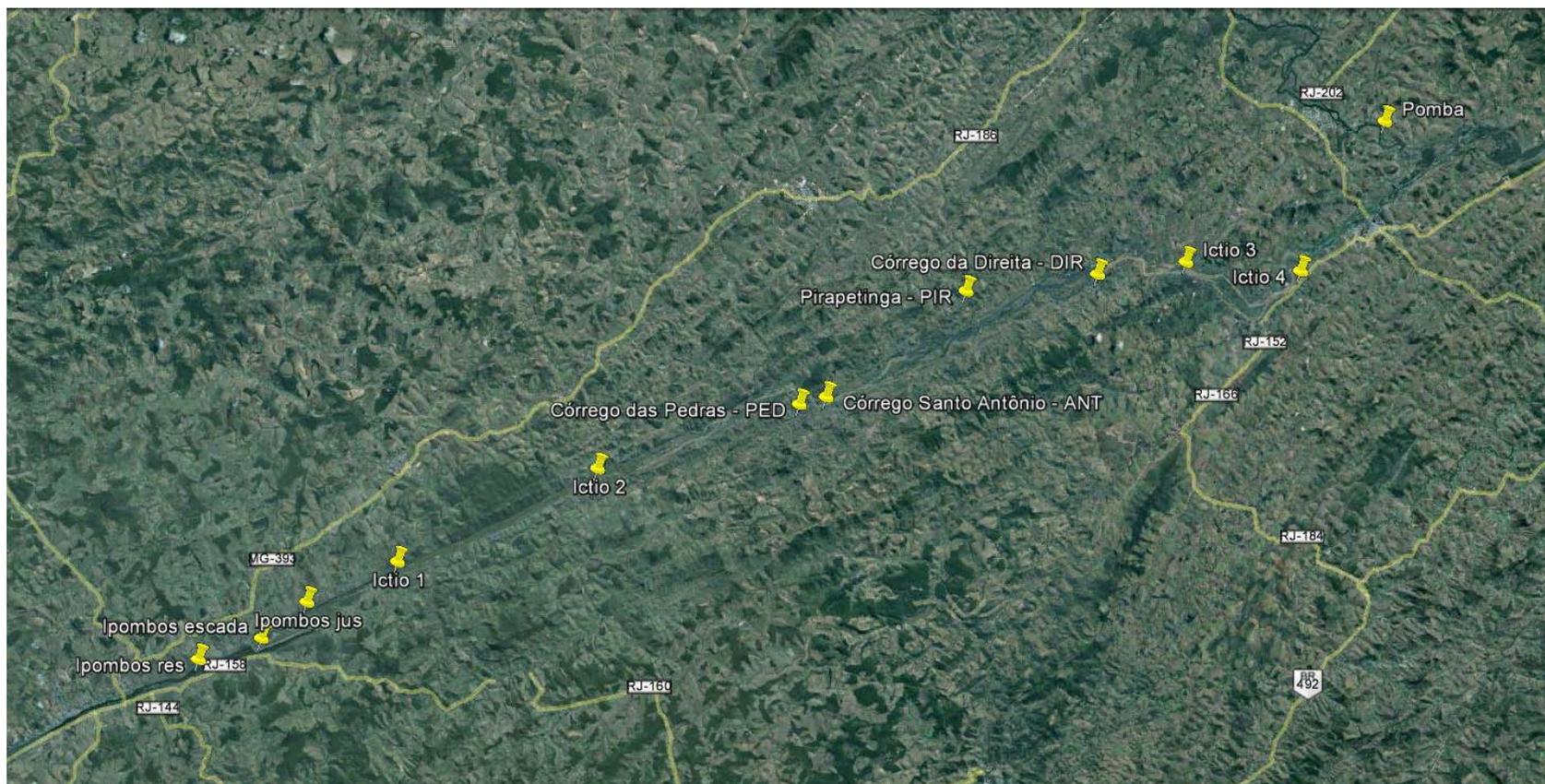


Figura 1. Áreas de amostragem do Pré-Monitoramento da Ictiofauna da UHE Itaocara.

5. CAPTURA DA ICTIOFAUNA E DEMAIS PROCEDIMENTOS

A metodologia de coleta utilizada neste estudo foi baseada na “Minuta de protocolo mínimo de monitoramento da fauna aquática em empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Paraíba do Sul”, emitido pelo Ibama, no âmbito do “Plano de ação nacional para a conservação de espécies aquáticas ameaçadas de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul”.

A coleta de ictiofauna foi realizada com a utilização dos mais diversos petrechos de pesca, de acordo com o ambiente. As baterias de redes (malhadeiras) e espinhéis foram expostas por 24 horas, com verificação a cada 8 horas. Os resultados foram apresentados em esforço de pesca (por exemplo: nº de peixes/m²/hora).

Coletas não padronizadas foram realizadas visando enriquecer os resultados qualitativamente. Foi utilizado, por exemplo, o método de arrasto com rede de malha de 2 mm e especificando o número de arrastos, de tarrafadas e de peneiradas realizados em cada área amostral.

Nos riachos de pequeno porte (em geral, menos que 10m de largura) foram utilizadas redes de cerco, puçás; peneiras e anzol.

Nos rios de médio e grande porte (em geral, mais que 10m de largura) foram utilizadas redes de espera (malhadeiras) com 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150, 200 mm entre nós opostos e 10 a 20m de comprimento, perfazendo uma área total mínima de 300 m² de redes. Também foram utilizados espinhel de superfície e de fundo com 80 anzóis, de acordo com as características do ambiente e aplicabilidade do petrecho. No reservatório foi utilizada uma bateria de redes de superfície e outra bateria de redes de fundo.

Para avaliar a estrutura da comunidade de peixes, foram utilizados os seguintes índices:

- Riqueza total, curva do coletor e métodos não paramétricos para estimativa de riqueza, como as equações Jackknife 1 e 2 (SANTOS 2004);
- Abundância relativa em número e peso (curva de abundância relativa) (CPUE) (MAGURRAN 1988);
- Diversidade (índice de Shannon-Wiener) (MANLY 1997);
- Equitabilidade (Smith & Wilson, 1996) (E_{var}): índice baseado na variância da abundância das espécies, sendo independente da riqueza e sensível às espécies raras e comuns presentes na comunidade (KREBS, 1999):

$$E_{var} = 1 / \sum pi^2 / S;$$

onde S = riqueza de espécies; pi = proporção da abundância da espécie i em relação ao à abundância total.

- Constância de ocorrência (C): foi determinada com base no percentual e períodos em que cada espécie ocorre, sendo calculada de acordo com o modelo a seguir:

$$C = (pi \times 100) / P$$

onde: pi = número de coletas contendo a espécie i e P = total de coletas realizadas.

- Coeficientes de similaridade/dissimilaridade: foram utilizados os índices de Bray-Curtis e Morisita-Horn (MAGURRAN, 1988);
- Grau de dominância: foi utilizado o Índice de Dominância (MCNAUGHTON 1968), calculado através da fórmula:

$$ID = y_1 + y_2 / Y$$

Onde: y1 = abundância da 1ª espécie mais abundante, y2 = abundância da 2ª espécie mais abundante e Y abundância total de todas as espécies.

Também foi seguida metodologia de análise dos dados citada no Termo de Referência - TR da UHE Itaocara, extraída do Programa de Monitoramento de Ictiofauna que faz parte do Programa Básico Ambiental do empreendimento.

Frequência: consiste na proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra, conforme a fórmula:

$$\text{Frequência} = n_i / N$$

Onde,

n_i: = número de indivíduos da espécie i; N = total de indivíduos da amostra.

Para a análise gonadal da população de peixes da região da UHE Itaocara foram consideradas apenas as 10 espécies superiores em abundância e biomassa. Os dados das amostras gonadais foram tratados segundo os parâmetros estabelecidos por VAZZOLER (1996).

Para o cálculo do índice gonadossomático (IGS) foi considerado:

$$IGS = (W_g / W_t) \times 100;$$

Onde,

IGS = índice gonadossomático; W_g = peso da gônada; W_t = peso total do peixe.

Depois de realizadas as adequações das considerações de VAZOLLER (1996), foram caracterizadas as regiões de desova por cada população específica:

- Desova massiva (DM), quando a porcentagem de fêmeas maduras (C) é alta e a porcentagem da Relação Gonadossomático (RGS) máxima é elevada;
- Desova ocasional (DO), quando a porcentagem de fêmeas maduras (C) é baixa e a porcentagem da RGS máxima é elevada;
- Maturação incipiente (MI), quando a porcentagem de fêmeas maduras (C) é alta e a porcentagem da RGS máxima é baixa;

- Sem atividade reprodutiva (SAR), quando a porcentagem de fêmeas maduras (C) e a porcentagem da RGS máxima são baixas.

Também foram abordados os seguintes itens abaixo:

- Tabela taxonômica das espécies, ressaltando o hábito alimentar e a reprodução, assim como a indicação de espécies exóticas, de valor econômico e ecológico;
- Mapa de distribuição das 10 espécies importantes de acordo com a alimentação e reprodução;
- Sugestões de manejo e conservação de ictiofauna;
- Lista de ações de preservação da ictiofauna.

6. RESULTADOS

Foram registradas 15 espécies de peixes (cinco ordens e 10 famílias) nesta campanha de campo. Não foi registrada nenhuma espécie ameaçada de extinção (MACHADO et al 2008). Entre as espécies exóticas podemos citar o mandi-pintado *Pimelodus maculatus* e a tilápia *Tilapia rendalli* (BIZERRIL & PRIMO 2001). Não foram capturadas espécies endêmicas da bacia do Paraíba-do-sul.

A espécie migratória coletada foi o mandi-pintado *Pimelodus maculatus* (CAROLSFELD et al 2003).

Nas áreas de amostragem Ic 4, Ic 7, Ic 8, Ic 9 e Ic 12 não foi coletada nenhuma espécie.

A seguir uma tabela taxonômica das espécies, ressaltando:

Hábito alimentar: as espécies foram classificadas em carnívoro, onívoro, insetívoro, iliófago (lama) e herbívoro.

Reprodução: na época da reprodução, as fêmeas liberam seus ovócitos maduros de uma única vez (peixes de desova total) ou em várias parcelas (desova parcelada) ao longo de um período reprodutivo (VAZZOLER, 1996). Os peixes de desova total são de grande porte, migratórias e desovam no leito dos rios. Por outro lado, os peixes de desova parcelada desovam em águas mais calmas e estáveis (lagos, reservatórios, remansos); suas várias posturas ao longo do período reprodutivo têm o propósito de reduzir a predação sobre a prole e a competição entre seus indivíduos por alimento e abrigo.

Espécies exóticas: *Pimelodus maculatus*, nativos da bacia do Paraná; e *Tilapia rendalli*, nativo do continente africano.

Valor econômico: são as espécies que possuem valor comercial na região, *Leporinus conirostris*, *Prochilodus lineatus* e *Mugil curema*.

Valor ecológico: inclui apenas as espécies exóticas, pois não foram coletadas espécies ameaçadas de extinção ou raras. As espécies exóticas possuem valor ecológico porque são organismos alóctones ao rio Paraíba do Sul. Espécies encontradas: *Pimelodus maculatus* e *Tilapia rendalli*.

Tabela II. Espécies de peixes capturadas na AID da UHE Itaacara na campanha seca (junho 2013).

Espécie	Nome comum
ORDEM CHARACIFORMES	
FAMÍLIA ANOSTOMIDAE	
<i>Leporinus conirostris</i>	Piau
FAMÍLIA CHARACIDAE	
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari
<i>Astyanax taeniatus</i>	Lambari
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Peixe-cachorro
FAMÍLIA CURIMATIDAE	
<i>Cyphocharax gilbert</i>	Sairú
FAMÍLIA PROCHILODONTIDAE	
<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimba
ORDEM SILURIFORMES	
FAMÍLIA LORICARIIDAE	
<i>Hypostomus affinis</i>	Cascudo
<i>Rineloricaria sp.</i>	Caximbau
FAMÍLIA PIMELODIDAE	
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-pintado
FAMÍLIA HEPTAPTERIDAE	
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá
ORDEM GYMNOTIFORMES	
FAMÍLIA STERNOPYGIDAE	
<i>Eigenmannia sp.</i>	Tuvira
ORDEM MUGILIFORMES	
FAMÍLIA MUGILIDAE	
<i>Mugil curema</i>	Parati
ORDEM PERCIFORMES	
FAMÍLIA CICHLIDAE	
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará
<i>Tilapia rendalli</i>	Tilápia
<i>Crenicichla lacustris</i>	Joana

Tabela III. Tabela taxonômica das espécies, ressaltando o hábito alimentar e a reprodução, assim como a indicação de espécies exóticas, de valor econômico e ecológico capturadas na AID da UHE Itaocara na campanha seca (junho 2013).

Espécie	Hábito alimentar	Reprodução	Exótica	Valor econômico	Valor ecológico
ORDEM CHARACIFORMES					
FAMÍLIA ANOSTOMIDAE					
<i>Leporinus conirostris</i>	Frugívoro	Desova total	Não	Sim	Não
FAMÍLIA CHARACIDAE					
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
<i>Astyanax taeniatus</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Carnívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
FAMÍLIA PROCHILODONTIDAE					
<i>Prochilodus lineatus</i>	Iliófago	Desova total	Não	Sim	Não
FAMÍLIA CURIMATIDAE					
<i>Cyphocharax gilbert</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
ORDEM SILURIFORMES					
FAMÍLIA LORICARIIDAE					
<i>Hypostomus affinis</i>	Iliófago	Desova parcelada	Não	Não	Não
<i>Rineloricaria sp.</i>	Iliófago	Desova parcelada	Não	Não	Não
FAMÍLIA PIMELODIDAE					
<i>Pimelodus maculatus</i>	Onívoro	Desova total	Sim	Não	Sim
FAMÍLIA HEPTAPTERIDAE					
<i>Rhamdia quelen</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
ORDEM GYMNOTIFORMES					
FAMÍLIA STERNOPYGIDAE					
<i>Eigenmannia sp.</i>	Insetívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
ORDEM MUGILIFORMES					
FAMÍLIA MUGILIDAE					
<i>Mugil curema</i>	Herbívoro	Desova total	Não	Sim	Não
ORDEM PERCIFORMES					
FAMÍLIA CICHLIDAE					
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não
<i>Tilapia rendalli</i>	Onívoro	Desova parcelada	Sim	Sim	Sim
<i>Crenicichla lacustris</i>	Onívoro	Desova parcelada	Não	Não	Não

Considerando as redes de diferentes malhas, a maior produtividade foi observada na rede de 15 mm (CPUE = 0,83) seguida da rede de 20 mm, com CPUE = 0,79.

Tabela IV. CPUE (ind./ m²/ hora) por apetrecho de coleta (Junho 2013).

Espécie	Rede de 15mm	Rede de 20mm	Rede de 30mm	Rede de 40mm	Rede de 50mm
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0,458				
<i>Astyanax taeniatus</i>	0,042				
<i>Crenicichla lacustris</i>	0,042				
<i>Cyphocharax gilbert</i>	0,042				
<i>Eigenmania sp.</i>	0,125				
<i>Geophagus brasiliensis</i>		0,167			
<i>Hypostomus affinis</i>		0,083	0,125		
<i>Leporinus conirostri</i>		0,083			
<i>Mugil curema</i>					0,042
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	0,042	0,458			
<i>Pimelodus maculatus</i>			0,167	0,125	
<i>Prochilodus lineatus</i>				0,375	
<i>Rhandia quelen</i>			0,042		
<i>Rineloricaria sp.</i>	0,083				
<i>Tilapia rendali</i>			0,167		

A maior riqueza total ocorreu na área Ic 6, com 10 espécies; seguido de Ic 1,2 e 5, com 6 cada uma. A riqueza estimada indicou que a área Ic 6, com Jackknife 1 = 9,83 e Jackknife 2 = 11,14, foi a que obteve os maiores registros.

No gráfico da curva do coletor é possível observar que a riqueza acumulada atingiu a estabilidade com as 15 espécies capturadas na sexta amostragem.

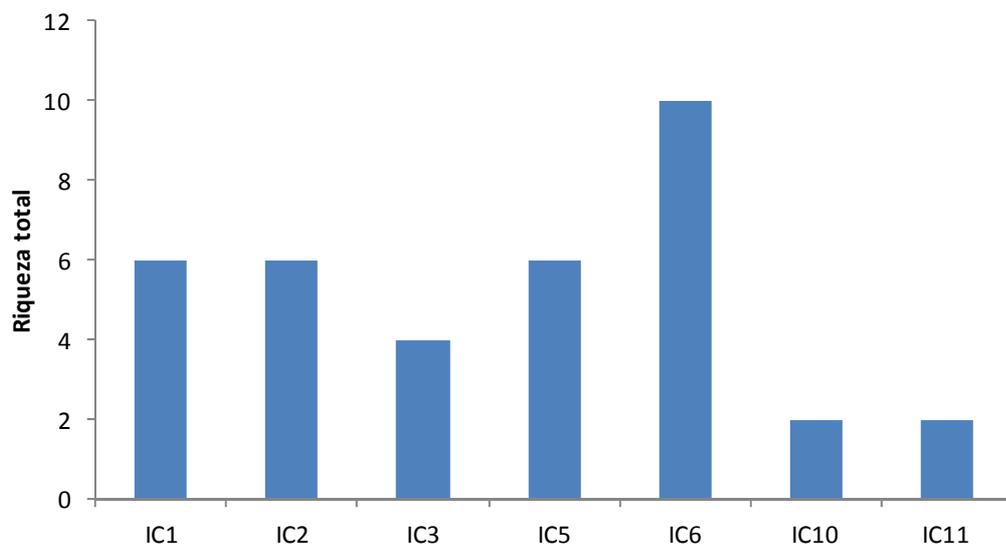


Figura 2. Riqueza total de espécies da ictiofauna coletada na campanha seca, junho de 2013.

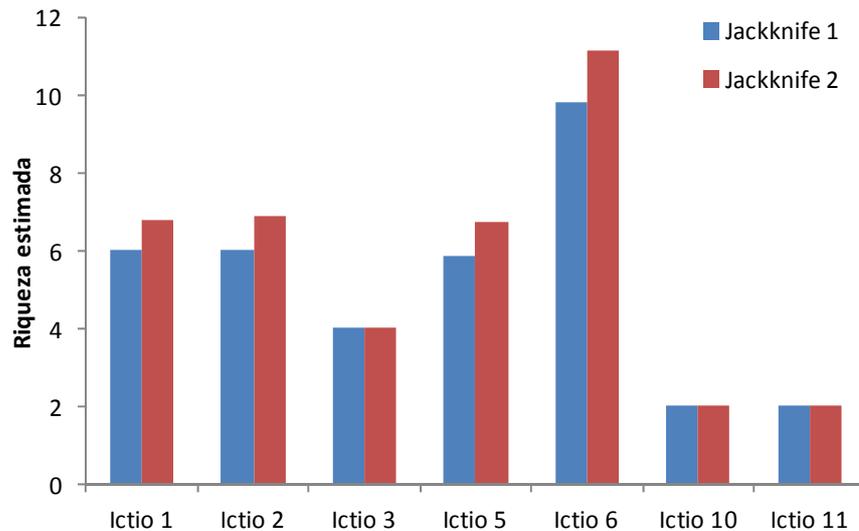


Figura 3. Estimativa de riqueza não-paramétrica, Jackknife 1 e 2, da ictiofauna na campanha seca, junho de 2013.

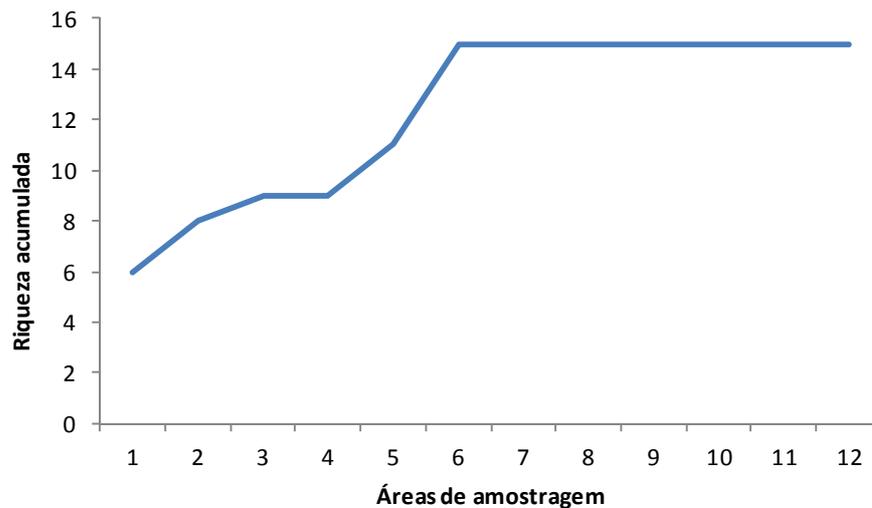


Figura 4. Curva do coletor (riqueza acumulada) da ictiofauna na campanha seca, junho de 2013.

O peixe-cachorro *Oligosarcus hepsetus* foi a espécie com a maior abundância relativa (número de indivíduo) registrada, com AR = 0,188. Entre as áreas de amostragem a mais abundante foi Ic 6, com AR = 0,359. Considerando a abundância relativa por biomassa, o peixe-cachorro *Oligosarcus hepsetus* teve o maior valor com AR = 0,1876; juntamente com a área Ic 6, com AR = 0,2910.

A curva de abundância mostrou que foram coletadas seis espécies com apenas um indivíduo, *Astyanax taeniatus*, *Crenicichla lacustris*, *Cyphocharax Gilbert*, *Mugil curema* e *Rhamdia quelen*. A Diversidade de Shannon (H') foi maior na área Ic6, com $H' = 2,2$

Tabela V. Abundância relativa (número de indivíduos) da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Espécie	IC 1	IC 2	IC 3	IC 5	IC 6	IC 10	IC11
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0,0781	0,0156		0,0313	0,0469		
<i>Astyanax taeniatus</i>			0,0156				
<i>Crenicichla lacustris</i>					0,0156		
<i>Cyphocharax gilbert</i>					0,0156		
<i>Eigenmannia sp.</i>					0,0469		
<i>Geophagus brasiliensis</i>	0,0156				0,0469		
<i>Hypostomus affinis</i>	0,0156	0,0313	0,0156	0,0156			
<i>Leporinus conirostris</i>				0,0313			
<i>Mugil curema</i>				0,0156			
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	0,0313	0,0313	0,0156	0,0156	0,0625	0,0313	
<i>Pimelodus maculatus</i>		0,0469			0,0313	0,0156	0,0156
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,0156	0,0469		0,0313	0,0313		0,0156
<i>Rhamdia quelen</i>					0,0156		
<i>Rineloricaria sp.</i>		0,0156	0,0156				
<i>Tilapia rendalli</i>	0,0156				0,0469		

Tabela VI. Abundância relativa (biomassa por espécie) da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Espécie	IC 1	IC 2	IC 3	IC 5	IC 6	IC 10	IC 11
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0,0095	0,0031		0,0032	0,0053		
<i>Astyanax taeniatus</i>			0,0022				
<i>Crenicichla lacustris</i>					0,0046		
<i>Cyphocharax gilbert</i>					0,0041		
<i>Eigenmania sp.</i>					0,0118		
<i>Geophagus brasiliensis</i>	0,0145				0,0415		
<i>Hypostomus affinis</i>	0,0271	0,0141	0,0082	0,0161			
<i>Leporinus conirostris</i>				0,0065			
<i>Mugil curema</i>				0,0796			
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	0,0077	0,0081	0,0041	0,0056	0,0168	0,0072	
<i>Pimelodus maculatus</i>		0,0131			0,0109	0,0356	0,0429
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,0851	0,0786		0,1354	0,1079		0,0498
<i>Rhamdia quelen</i>					0,0285		
<i>Rineloricaria sp.</i>		0,0093	0,0109				
<i>Tilapia rendalli</i>	0,0314				0,0597		

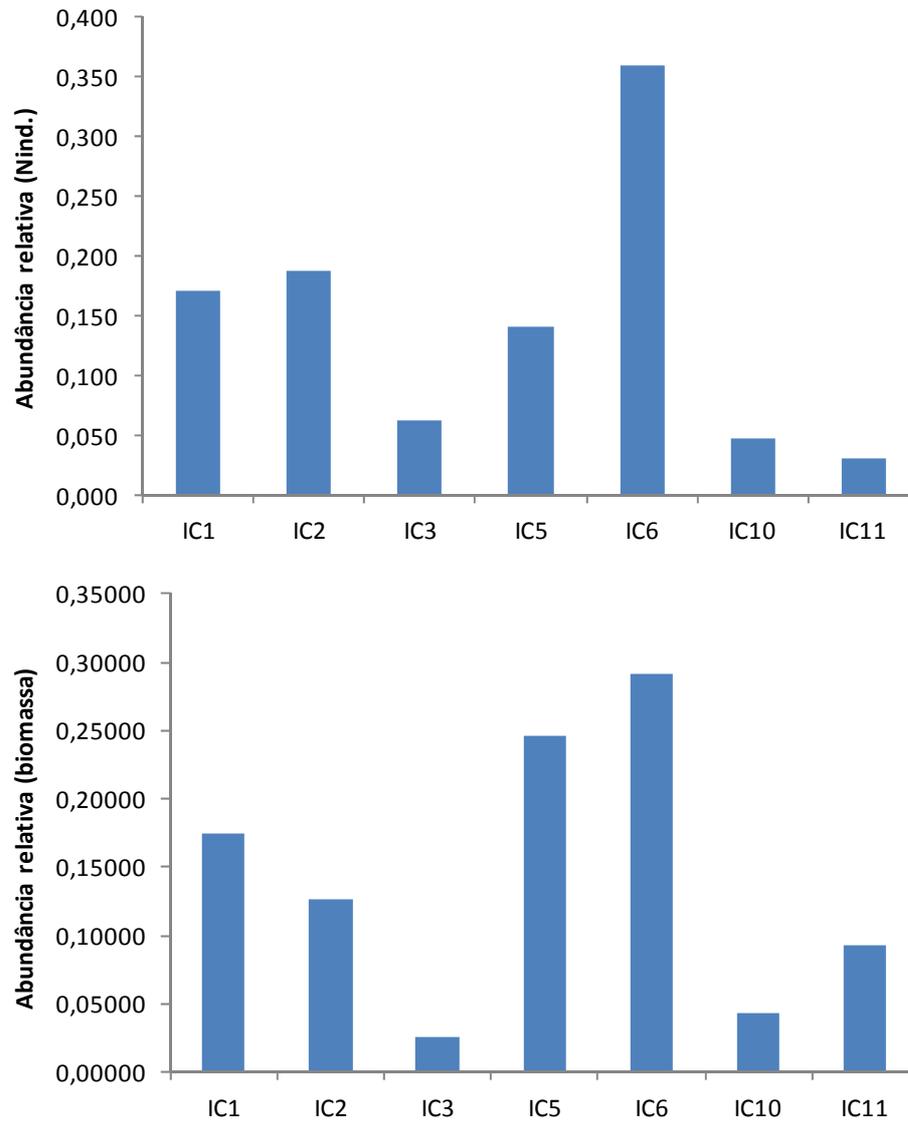


Figura 5. Abundância relativa (N ind. e biomassa) da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

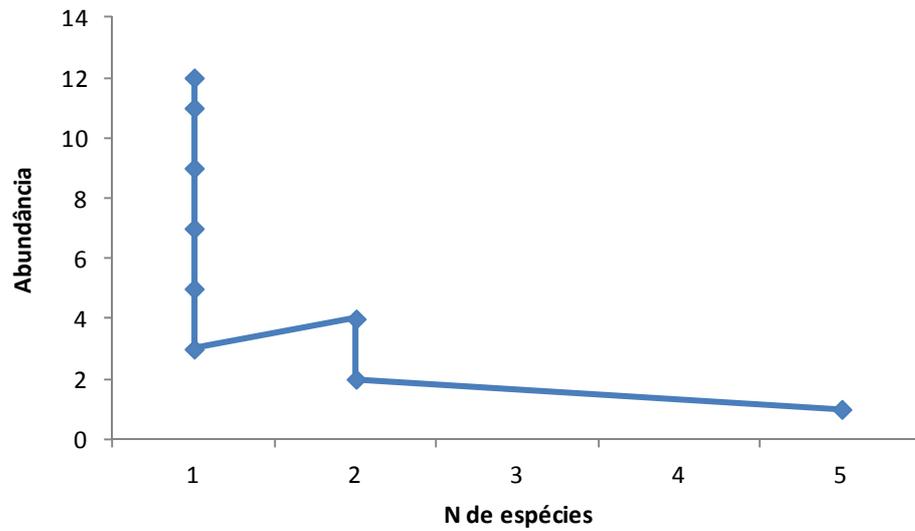


Figura 6. Curva de abundância relativa da ictiofauna na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Tabela VII. Diversidade Shannon (H') da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

IC1	IC2	IC3	IC5	IC6	IC10	IC11
1,5	1,7	1,4	1,7	2,2	0,64	0,69

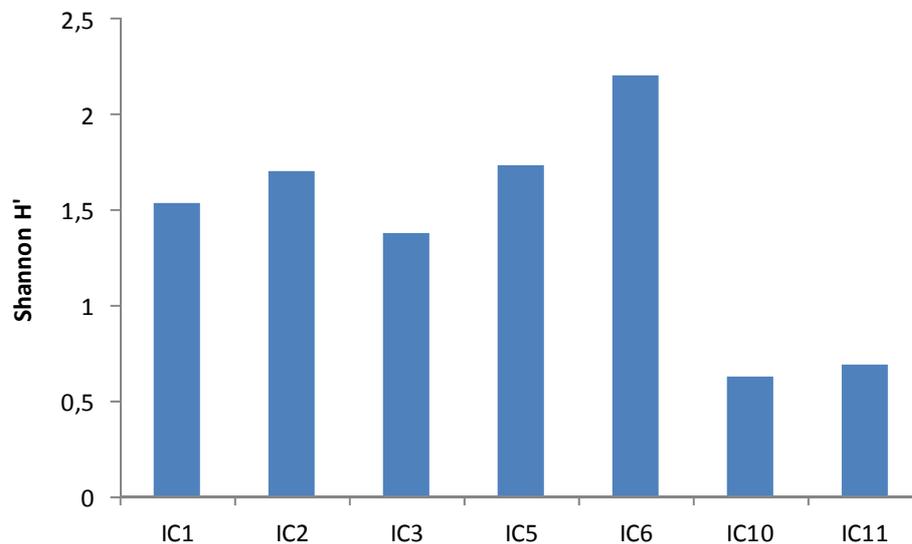


Figura 7. Diversidade Shannon (H') da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

A equitabilidade E_{var} teve o maior valor registrado na área Ic 10 ($E_{var} = 12,8$), e menor na Ic 2, com $E_{var} = 0,223$.

A espécie com maior constância de ocorrência foi o peixe-cachorro *Oligosarcus hepsetus*, com ocorrência em 50 % das áreas amostradas, seguida de *Prochilodus lineatus*, com 41,7 % das áreas.

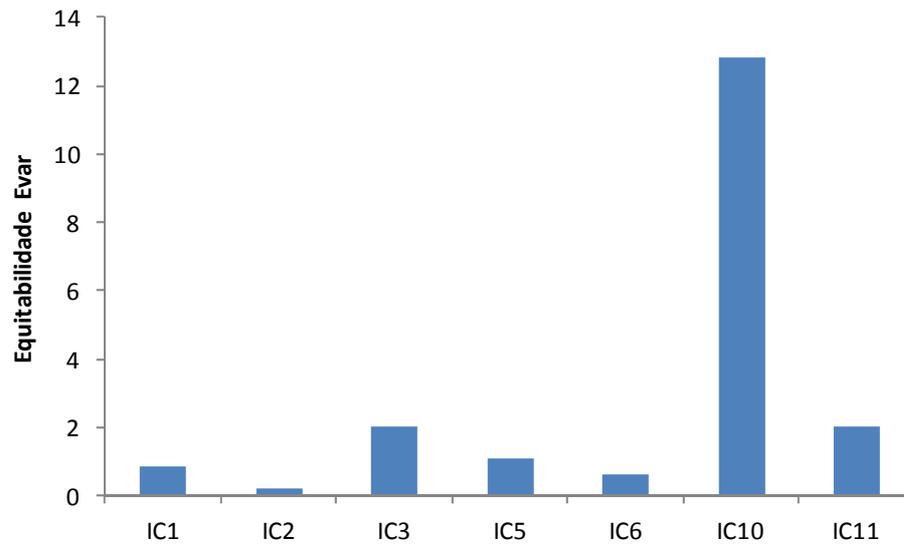


Figura 8. Equitabilidade (E_{var}) da ictiofauna por área de amostragem na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

**Tabela VIII. Constância de ocorrência (%) da ictiofauna na AID da UHE Itacara.
Campanha seca, junho de 2013.**

Espécie	Constância de ocorrência (%)
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	50,0
<i>Prochilodus lineatus</i>	41,7
<i>Astyanax bimaculatus</i>	33,3
<i>Hypostomus affinis</i>	33,3
<i>Pimelodus maculatus</i>	33,3
<i>Geophagus brasiliensis</i>	16,7
<i>Rineloricaria sp.</i>	16,7
<i>Tilapia rendalli</i>	16,7
<i>Astyanax taeniatus</i>	8,3
<i>Crenicichla lacustris</i>	8,3
<i>Cyphocharax gilbert</i>	8,3
<i>Eigenmannia sp.</i>	8,3
<i>Leporinus conirostris</i>	8,3
<i>Mugil curema</i>	8,3
<i>Rhamdia quelen</i>	8,3

**Tabela IX. Frequência de ocorrência da ictiofauna na AID da UHE Itacara.
Campanha seca, junho de 2013.**

Espécies	IC 1	IC 2	IC 3	IC 5	IC 6	IC 10	IC 11
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0,45	0,08	0,00	0,22	0,13	0,00	0,00
<i>Astyanax taeniatus</i>	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Crenicichla lacustris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Cyphocharax gilbert</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Eigenmannia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
<i>Geophagus brasiliensis</i>	0,09	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
<i>Hypostomus affinis</i>	0,09	0,17	0,25	0,11	0,00	0,00	0,00
<i>Leporinus conirostris</i>	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00
<i>Mugil curema</i>	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	0,18	0,17	0,25	0,11	0,17	0,67	0,00
<i>Pimelodus maculatus</i>	0,00	0,25	0,00	0,00	0,09	0,33	0,50
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,09	0,25	0,00	0,22	0,09	0,00	0,50
<i>Rhamdia quelen</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Rineloricaria sp.</i>	0,00	0,08	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tilapia rendalli</i>	0,09	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00

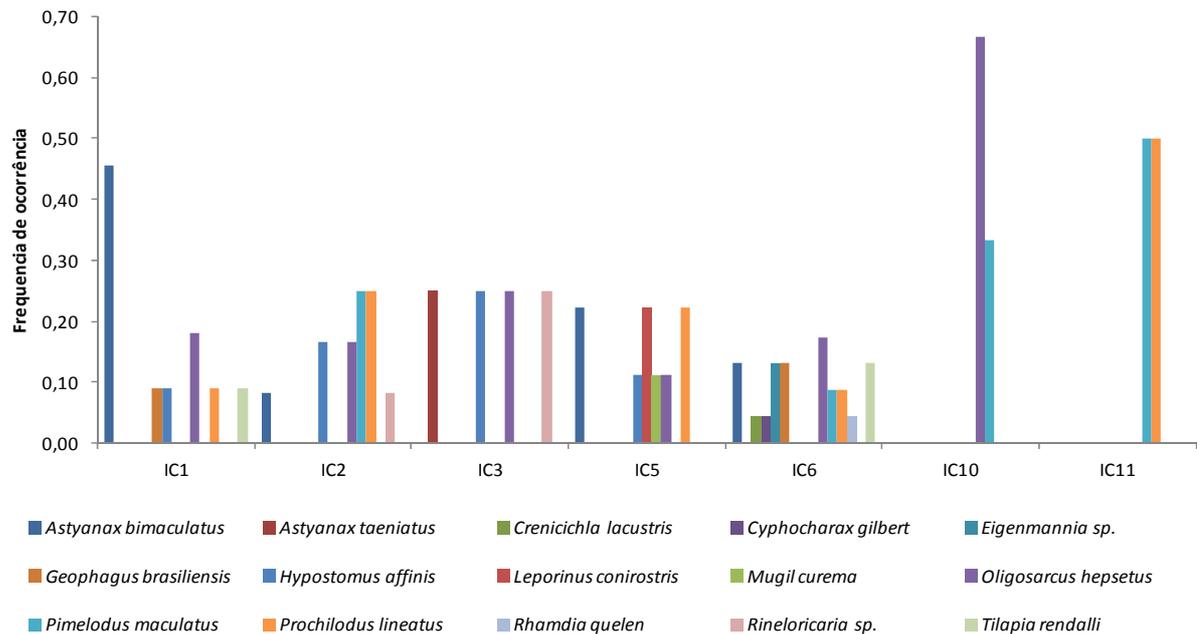


Figura 9. Frequência de ocorrência da ictiofauna na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

O dendrograma de similaridade de Bray-Curtis indicou que as áreas amostrais possuem baixa similaridade quanto a presença ou ausência das espécies de peixes. O agrupamento Ic 1 + Ic 2 + Ic 5 foi o que exibiu o maior valor.

O dendrograma de similaridade de Morisita-Horn, que considera a abundância das espécies capturadas, mostrou a formação do grupamento Ic 2 + Ic 11 com valor de similaridade maior que 0,8, que pode ser considerado relevante.

O índice de dominância entre as áreas de amostragem foi maior nas áreas Ic 4 e Ic 8, com ID = 1,00, e o menor valor em Ic 5, com ID = 0,5.

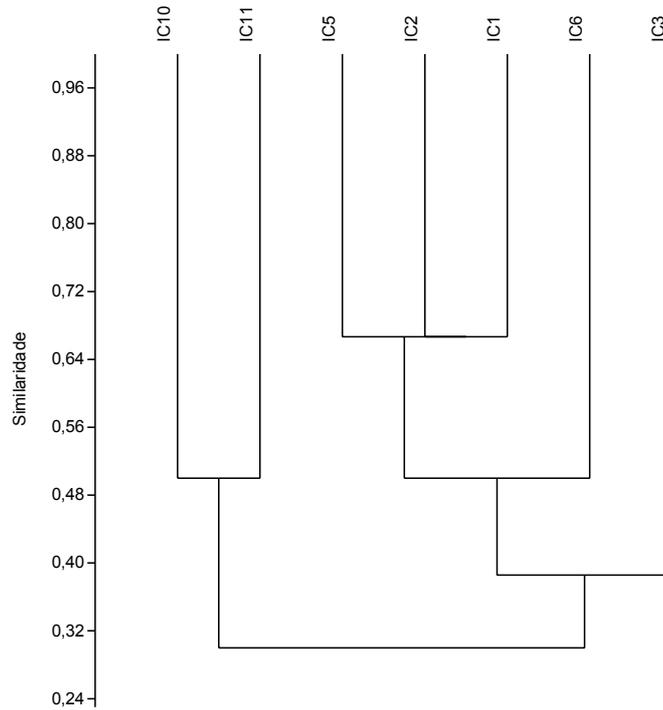


Figura 10. Dendrograma de similaridade (Bray-Curtis) das áreas de amostragem da ictiofauna na AID da UHE Itacara. Campanha seca, junho de 2013.

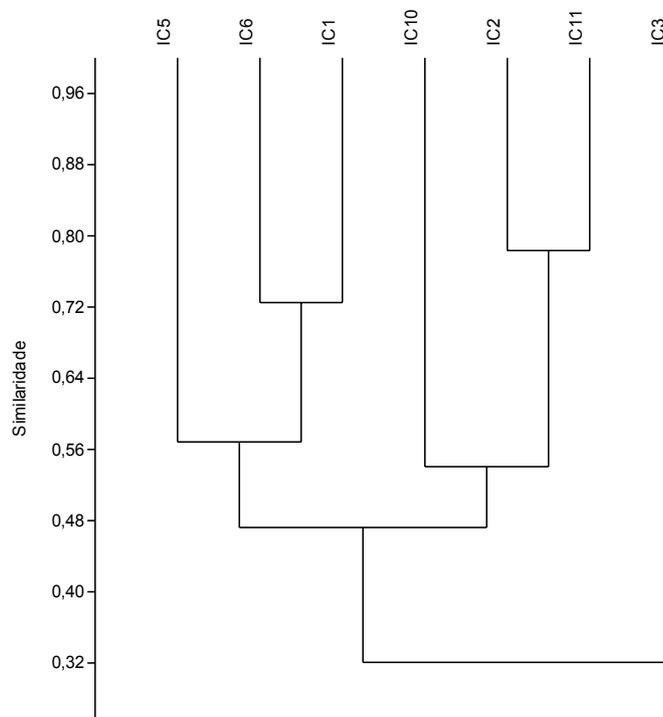


Figura 11. Dendrograma de similaridade (Morisita-Horn) das áreas de amostragem da ictiofauna na AID da UHE Itacara. Campanha seca, junho de 2013.

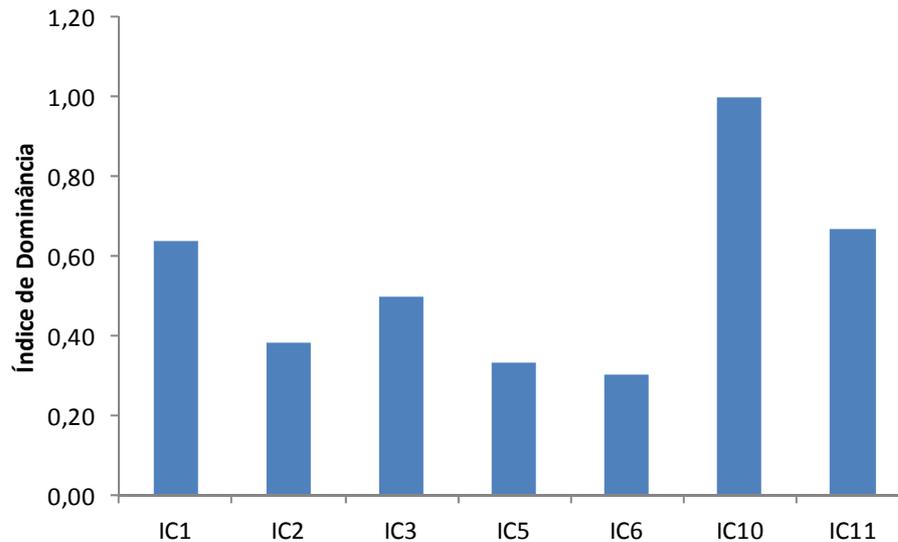


Figura 12. Índice de Dominância nas áreas de amostragem da ictiofauna na AID da UHE Itacara. Campanha seca, junho de 2013.

Os dados da biologia reprodutiva das espécies coletadas indicam que a maioria se encontrava no estágio de reprodução "desovado" (25 fêmeas).

O Índice Gonadosomático (IGS) das principais espécies indicou que o lambari *Astyanax bimaculatus* teve o maior índice, com 0,1628, seguido do peixe-cachorro *Oligosarcus hepsetus*, com 0,0557. Na área Ic 6 foi observado o maior valor de IGS, 0,12. A área Ic 6 foi classificada como "desova massiva (DM)", enquanto que as demais como "sem atividade reprodutiva (SAR)".

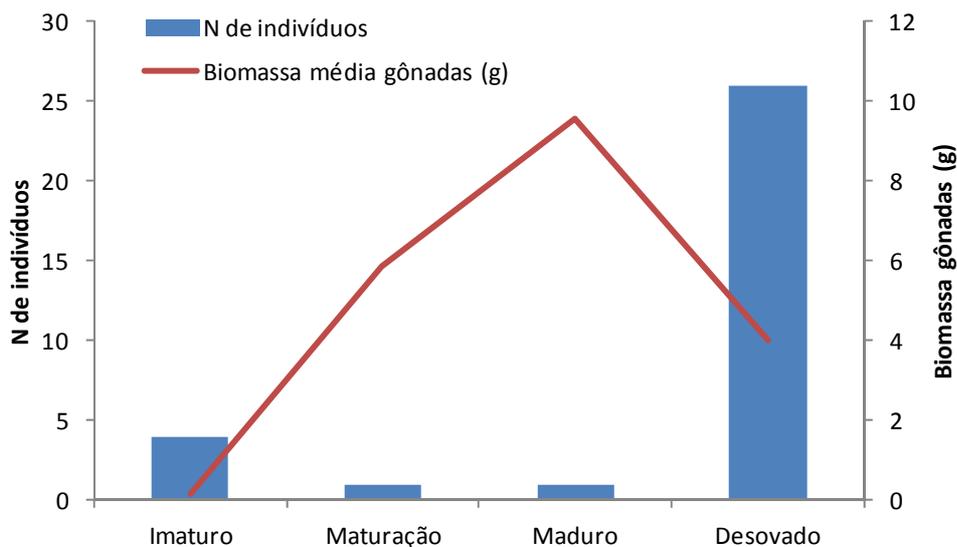


Figura 13. Número de indivíduos e biomassa das gônadas (g) entre os estágios reprodutivos da ictiofauna na AID da UHE Itacara. Campanha seca, junho de 2013.

Tabela X. IGS (índice gonadosomático) da ictiofauna na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Espécie	IC 1	IC 2	IC 3	IC 5	IC 6	IC10	IC 11
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0,0305	0,0514		0,0424	0,0385		
<i>Astyanax taeniatus</i>			0,0047				
<i>Crenicichla lacustris</i>					0,0017		
<i>Cyphocharax gilbert</i>					0,0060		
<i>Eigenmania sp.</i>					0,0013		
<i>Hypostomus affinis</i>	0,0012	0,0016					
<i>Leporinus conirostri</i>				0,0002			
<i>Mugil curema</i>				0,0096			
<i>Oligosarcus hepsetus</i>		0,0132	0,0136	0,0110	0,0179		
<i>Pimelodus maculatus</i>		0,0013			0,0021	0,0094	0,0102
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,0037	0,0035		0,0039	0,0017		
<i>Rhandia quelen</i>					0,0294		
<i>Rineloricaria sp.</i>			0,0528				
<i>Tilapia rendali</i>	0,0050				0,0191		

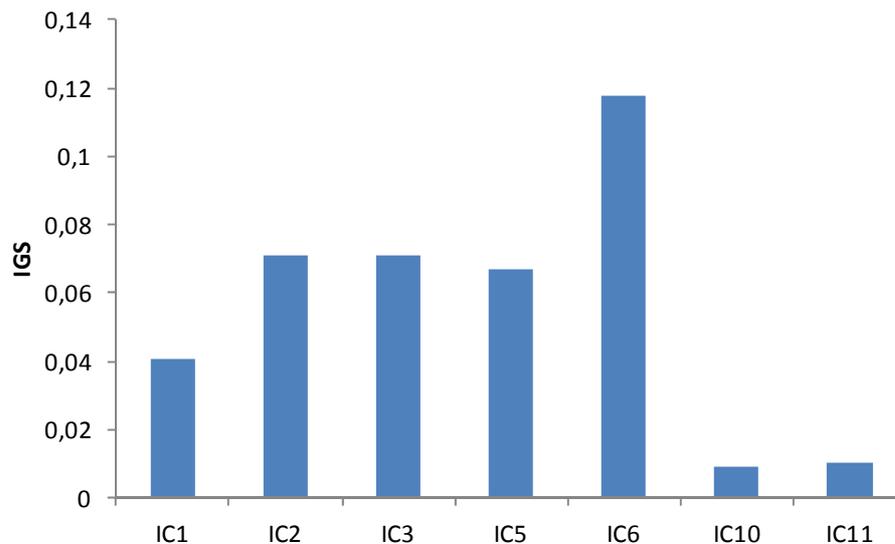


Figura 14. IGS (índice gonadosomático) da ictiofauna na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Tabela XI. Classificação das áreas de amostragem em relação à desova de peixes, utilizando o IGS (índice gonadosomático) da ictiofauna na AID da UHE Itaocara. Campanha seca, junho de 2013.

Área	IGS	Classificação
IC 6	0,1177	Desova massiva (DM)
IC 3	0,0710	Sem atividade reprodutiva (SAR)
IC 2	0,0709	Sem atividade reprodutiva (SAR)
IC 5	0,0671	Sem atividade reprodutiva (SAR)
IC 1	0,0404	Sem atividade reprodutiva (SAR)
IC 11	0,0102	Sem atividade reprodutiva (SAR)
IC 10	0,0094	Sem atividade reprodutiva (SAR)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais espécies de peixes coletadas nesta campanha chuvosa do Pré-Monitoramento da AID da UHE Itaocara foram: o peixe-cachorro *Oligosarcus hepsetus* (12 indivíduos) e o lambari *Astyanax bimaculatus* (11 indivíduos). A espécie mais frequente nas amostragens foi *Oligosarcus hepsetus*, com ocorrência em 50 % das coletas.

Todas as espécies capturadas neste estudo são comuns da bacia do Paraíba do Sul, e já haviam sido registrados em levantamentos taxonômicos e trabalhos técnicos ou científicos anteriores (BIZERRIL & PRIMO 2001). Não foram coletadas espécies ameaçadas de extinção (MACHADO et al 2008). As espécies consideradas exóticas são: o mandi-pintado *Pimelodus maculatus* e a tilápia *Tilapia rendalli*.

A variação dos indicadores ecológicos entre as áreas de amostragem está relacionada com vários fatores bióticos e abióticos, como a disponibilidade de alimento e abrigo, presença de predadores, condições hidrológicas no momento da coleta etc. Essa variação é natural, e pode variar conforme a época do ano e em cada local de amostragem.

Os dados da biologia reprodutiva indicam que as espécies de peixes estão, neste mês de junho, no período pós-reprodutivo, já que a maioria das espécies estava no estágio considerado "desovado". O período reprodutivo dos peixes do Paraíba do Sul ocorre em dezembro e janeiro, quando a temperatura, a vazão hídrica e o fotoperíodo são maiores durante o ano. Esses fatores ambientais influenciam o ciclo reprodutivo, de forma a coincidir com as condições mais adequadas para a sobrevivência e recrutamento de sua prole (VAZZOLER 1996). Os resultados corroboram com o estudo de impacto ambiental (EIA/RIMA) do empreendimento, que também observou a maior atividade reprodutiva dos peixes nesta época do ano.

A área Ic 6 registrou o maior valor de IGS. Esta área está localizada no rio Pirapetinga, afluente do Paraíba do Sul. Apresenta leito com afloramentos rochosos, áreas de remansos nas margens, regiões com vegetação ciliar de grande porte e águas com velocidade maior do que as do rio Paraíba do Sul. Apesar dos dados preliminares indicarem maior valor de IGS nessa área, é preciso maior série amostral de dados que permitam classificar essa ou outras áreas como de desova.

As espécies registradas são típicas deste trecho do rio Paraíba do Sul, e que a estrutura observada nesta comunidade pode ser utilizada como referência para futuras comparações acerca da qualidade ambiental do sistema antes da instalação da hidrelétrica. Contudo também é preciso considerar também as próximas coletas deste Pré-Monitoramento, dados contidos nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) deste empreendimento, e estudos científicos realizados na bacia; principalmente quanto à composição taxonômica da comunidade ictiofaunística.

8. SUGESTÃO DE ATIVIDADES DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA

Segundo o Termo de Referência - TR da UHE Itaocara, extraído do Programa de Monitoramento de Ictiofauna que faz parte do Programa Básico Ambiental do empreendimento, os técnicos responsáveis por

este Programa de Monitoramento da Ictiofauna devem sugerir medidas de manejo e conservação da ictiofauna da região, além de uma lista de ações de preservação da ictiofauna.

Diversos estudos nas áreas de manejo de conservação de espécies relacionam as medidas citadas abaixo como as mais utilizadas em empreendimentos hidrelétricos no país, considerando a ictiofauna (BRENNAN et al. 2007; LOPERA-BARRERO et al. 2007; FOSTER & VINCENT 2004; ARAÚJO et al. 2003; FAO/DVWK 2002; AVISE 2000; SCHULZ 1997; CLAY 1995). Todavia as medidas e lista apresentadas são apenas sugestões baseadas na literatura especializada, que serão futuramente discutidas e analisadas tecnicamente, submetidas à realização de projetos, aprovação pelo órgão ambiental, emissão de licenças etc.

- **Estudo da Dinâmica Populacional da Ictiofauna**

A captura, marcação e recaptura (CMR) das espécies através da marcação dos peixes de água doce é uma ferramenta amplamente utilizada para diagnosticar aspectos de dinâmica populacional. Informações como crescimento, mortalidade, dispersão e reprodução podem ser avaliadas com maior fidelidade ao comportamento das espécies (SCHULZ, 1997; BRENNAN et al., 2007). O princípio geral do método de CMR consiste em realizar uma campanha de captura, marcação e soltura de indivíduos de uma população de tamanho desconhecido. Em um momento posterior (depende do organismo em questão), o pesquisador faz uma segunda amostragem, dos quais os indivíduos marcados recapturados serão registrados e analisados individualmente.

No entanto, tais marcações não devem interferir significativamente no comportamento, crescimento e reprodução das espécies alvo para que os resultados reflitam exatamente as características da população estudada (BEUKERS et al., 1995; WILLIS; BABCOCK, 1998). Adicionalmente devem ser detectáveis durante um período prolongado, conforme as exigências do estudo.

As técnicas iniciais de marcação desenvolvidas foram aplicadas em peixes de maior porte, onde os indivíduos eram marcados com fitas nas nadadeiras caudais (ex. salmões do atlântico *Salmo salar*, por MCFARLANE et al., 1990). Em outro momento, a remoção parcial ou total de nadadeiras foi aplicada amplamente nos Estados Unidos em salmonídeos do gênero *Oncorhynchus* (KAILL et al., 1990).

Para estudos com peixes que requerem o reconhecimento externo da marca pode ser utilizado o VIFE – Visible Implant Fluorescent Elastomer (Northwest Marine Technology – NMT) que consiste em um polímero líquido pastoso fluorescente que depois de aplicado subcutaneamente solidifica-se se mantendo flexível e visível. A utilização deste polímero é realizada de forma eficaz em quase todos os comprimentos de peixes (FICKE & MYRICK, 2009). Estudos desenvolvidos com VIFE demonstram que este tipo de marcação apresenta boa retenção, baixa mortalidade e não interfere na biologia da espécie marcada (BRENNAN et al. 2007; FICKE & MYRICK 2009).

Em conjunto com as marcações de biopolímeros sugere-se a utilização de telemetria, através da introdução de rádiotransmissores nos peixes (NETO 2008). Os peixes devem ser capturados e levados ao local de marcação em tanques com capacidade para 65 L de água. Em alguns casos, deve adicionado 0,5 mL do antiestressante LabProtect® por litro de água durante o transporte. Antes da marcação os peixes devem ser

colocados em tanques-rede de 2,0 x 0,5 m; e após 30 minutos os que apresentarem boas condições serão colocados em um tanque cirúrgico e imobilizados por eletronarcose (KYNARD & KIEFFER, 2002). Em alguns casos pode ser utilizado, conjugado a eletronarcose, óleo de cravo-da-índia na concentração de 0,003 mL / L como anestésico.

O procedimento microcirúrgico deve ser realizado de acordo com SILVA (2004). A microcirurgia para introdução do rádiotransmissor começa com a retirada das escamas entre as linhas lateral e ventral e entre as nadadeiras pélvica e anal. Deve ser feito um corte de quatro a cinco cm de comprimento no local descamado. O radiotransmissor será introduzido na cavidade celomática de modo que este se aloje ventralmente às vísceras. Sugere-se a utilização de radiotransmissores da marca Lotek®, modelo MCFT-3A, de 16 g (peso no ar), de 16 x 46 mm, e vida útil de 938 dias. A fim de se reduzir a rejeição pelo peixe, os radiotransmissores foram envolvidos em uma camada de silicone cirúrgico (Factor II®).

Com auxílio de um trocater, traspassar a antena do radiotransmissor através da parede lateral do corpo, exteriorizando-a. Por fim, realizar a sutura a incisão com linha de mononylon, sendo feitos de 4 a 5 pontos em cada indivíduo. Ao longo de todo o procedimento os peixes devem ser mantidos em banho de Labprotec (0,5 mL/L) para diminuir o estresse causado pela cirurgia. Ao final da cirurgia, os peixes devem ser pesados, medidos, devolvidos ao tanque-rede e libertados até 60 minutos depois no mesmo local de marcação (SILVA 2004).

Duas técnicas de rastreamento podem ser empregadas para localizar os peixes: automática e manual. O rastreamento automático pode ser realizado através de estações fixas contendo receptores da marca Lotek SRX400, funcionando com o firmware W32, instaladas na AID do empreendimento. Para determinar a direção do movimento do peixe, duas antenas Yagi de quatro elementos devem ser instaladas por estação, uma direcionada para jusante e outra para montante. Essas estações são capazes de registrar e armazenar a passagem de cada peixe marcado dentro do raio de alcance das antenas, que é de 0,5 a 2,0 km. As estações serão programadas para escanear cada antena durante oito segundos, armazenar os dados a cada dez minutos, filtrar ruídos de baixa potência e não armazenar sinais de rádio de código desconhecido (NETO 2008).

Os rastreamentos manuais serão realizados de barco com auxílio de um receptor portátil Lotek SRX 400 funcionando com o firmware W5 ligado a uma antena Yagi de três elementos. Assim que um sinal do radiotransmissor for captado pelos técnicos de campo, será feita a aproximação até o ponto onde o sinal é mais forte. Para melhorar a precisão da localização, será utilizada então uma antena de omnidirecional de baixo ganho. Após a localização do indivíduo, deve ser registrada data, hora e coordenadas geográficas. Durante o período reprodutivo das espécies os rastreamentos devem ser diários (NETO 2008).

As localizações obtidas para cada indivíduo durante os rastreamentos serão agrupadas em uma planilha do programa MapSource. Essas localizações, inicialmente representadas por coordenadas geográficas, devem ser transformadas em quilômetros de rio (rkm) (NETO 2008).

Deste modo, sugere-se a realização de um Estudo da Dinâmica Populacional da Ictiofauna, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante as fases posteriores deste monitoramento, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o crescimento, mortalidade,

dispersão e reprodução das espécies da região. Podem ser consideradas como espécies-alvo do estudo as ameaçadas de extinção e migratórias; e sugere-se que seja utilizada a técnica de captura-marcação-recaptura (FERNANDEZ 1995, SEBER 1982, ZAR 1999, POLLOCK 1981, BEGON 1979), através da marcação dos peixes com biopolímeros e telemetria. A equipe técnica responsável por este estudo deve ser de uma instituição científica de notório saber, sugere-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro ou Museu Nacional do Rio de Janeiro.

- **Estudo da Variabilidade Genética da Ictiofauna**

A identificação de populações é uma das preocupações básicas em programas de controle e conservação da variabilidade genética e, conseqüentemente, em programas de manejo e conservação de espécies (AVISE 2000; FOSTER & VINCENT 2004), pela sua relação direta com o uso sustentável dos recursos naturais e a manutenção da produtividade total dos ecossistemas.

Os conhecimentos sobre marcadores de DNA evoluíram muito do seu estado experimental e, atualmente, estão plenamente incorporados à conservação de espécies, de forma prática e eficiente. Os marcadores de DNA vêm sendo potencialmente reconhecidos como importantes em estudos de identificação de linhagens comerciais de peixes (TOLEDO FILHO et al. 1992), fornecendo instrumentos de investigação que tornam possível distinguir populações geográficas com grande eficiência através da identificação de haplótipos (PERDICES et al. 2004; WANG et al. 2004; KARTAVTSEV et al. 2006), na identificação de espécies (MACHIDA & TSUDA 2010), em análises de estoques estruturados e misturados e na identificação de híbridos (THANGARAJ & LIPTON 2010).

Recentes estudos populacionais com peixes têm utilizado os padrões de diferenciação genética também na determinação de regiões de berçários e caracterização de filopatria em diversas espécies (SCHREY & HEIST 2003; PEREIRA et al. 2009). Entre os segmentos do DNA mitocondrial, a região não codificadora, conhecida como *D-loop*, é especialmente relevante em estudos populacionais, em razão de apresentar as maiores taxas evolutivas de todo o genoma.

A técnica de RAPD, descrita por WILLIAMS et al. (1990) e por WELSH & MCCLELLAND (1990), representa um metodologia eficiente e econômica na qual o uso de pequenas quantidades de DNA permite acessar diversas regiões anônimas do genoma (HADRYN et al., 1992). Essa técnica é baseada no uso da reação de PCR, que é realizada utilizando *primers* curtos (geralmente de 10 pares de bases), que amplificam segmentos aleatórios de DNA. Outra diferença importante é que utiliza apenas um *primer* ao invés de dois usualmente utilizados nas reações de PCR. Esse é um marcador genético dominante e cada banda visualizada nos géis é interpretada como representante de um *locus*.

Essa técnica foi utilizada com relativo sucesso no estudo de alguns grupos. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de LIU et al. (1999) com *Ictalurus punctatus* (bagre americano de canal) em que os autores testaram a utilização de 100 sondas e encontraram que 42 delas produziam padrões altamente polimórficos de DNA, 33 produziram padrões pouco polimórficos de DNA e 25 produziram padrões insatisfatórios de DNA. Entre as 75 sondas com melhor resultados as sondas geraram 462 bandas polimórficas, representando uma média de 6,1 bandas por sonda (LIU et al. 1999).

Segundo HAIG (1998), os métodos de conservação devem ser adotados com base na estrutura das populações. Se uma população é estruturada, sua diversidade deve ser localmente conservada, visto que já devem existir adaptações locais que seriam perdidas se esta população fosse misturada com indivíduos de outras populações. No entanto, se a população é homogênea em todos os pontos de sua distribuição, então se pode optar por concentrar os esforços de proteção dessa espécie em uma determinada área e utilizar esses espécimes como fonte de indivíduos para re-colonização de outras áreas mais impactadas, quando houver necessidade (HAIG, 1998).

Podem ser selecionadas para amostragem deste estudo genético apenas as espécies de peixes migratórias e ameaçadas de extinção presentes na AID do empreendimento. Sugere-se a coleta de 30 indivíduos de cada espécie em três áreas distintas: I) na AID da UHE Itaocara; II) a montante deste, no reservatório da UHE Ilha dos Pombos; e III) a jusante da AID da UHE Itaocara, totalizando cerca de 90 indivíduos. Cinco exemplares de cada espécie e localidade deverão ser fixados em formol 10%, conservados em álcool 70% e depositados em uma coleção credenciada junto ao IBAMA, como espécimes-testemunho do presente estudo, os demais exemplares amostrados deverão, se possível, ser devolvidos vivos ao ambiente.

O DNA total pode ser obtido a partir de amostras de nadadeiras ou músculo, pois qualquer um dos dois apresenta DNA de todas as células dos peixes iguais. A escolha pela análise das nadadeiras é preferível por ser um método menos doloroso e invasivo. A extração do DNA total será realizada através de *kits* comerciais e a qualidade e quantidade de DNA das extrações serão analisadas em géis de agarose (1%) e por espectrofotometria. Um segmento do gene D-loop do DNA mitocondrial (cerca de 1.000 pares de bases) deverá ser amplificado por PCR com a utilização do seguinte conjunto de *primers* (L16453-THR 5'-AAA GCG CCG GTC TTG TAA TCC GGA GA -3' e H1068-12S 5'- TCA CAG GGG TGC GGA GAC TTG CAT GT - 3'). O DNA amplificado deverá ser purificado e posteriormente sequenciado com o *kit Big Dye Terminator Cycle Sequencing Standart Version 3.1* (Applied Biosystems) ou outro similar. O DNA será sequenciado num sequenciador automático de DNA modelo ABI 3130 ou similar. Para a análise de marcadores nucleares serão utilizadas as técnicas de RAPD e SPAR, utilizando-se inicialmente 10 pares de *primers* para cada marcador (WILLIAMS et al. 1990; GUPTA et al. 1994).

As sequências de DNA obtidas deverão ser alinhadas usando-se o editor ClustalW (THOMPSON *et al.*, 1994). Para inferir as relações entre os haplótipos deverão ser utilizadas análises de máxima parcimônia (MP) com o programa PAUP* 4.0b10 (SWOFFORD 2002). Para construir as árvores de haplótipos (*network design*) com base na conexão de máxima parcimônia entre dois haplótipos, deverá ser utilizado o programa TCS versão 1.06 (CLEMENT et al. 2000). O grau de divergência genética entre as populações deverá ser estimado pelo índice Φ_{ST} (índice utilizado para dados de mtDNA, análogo ao FST (EXCOFFIER et al. 1992), com o auxílio do programa Arlequin v. 2.0 (SCHNEIDER et al. 2000). A significância estatística dos valores de Φ_{ST} deverá ser testada através de 1.000 permutações. Os valores estimados de Φ_{ST} entre pares de populações deverão ser utilizados na análise de isolamento por distância e no teste de Mantel, realizado pelo programa Arlequin empregando-se 1.000 permutações.

O programa Arlequin deverá ser empregado também para investigar a história demográfica das populações através da análise de distribuição de diferenças par a par (análise de *mismatch*) das sequências mitocondriais. Os intervalos de confiança deverão ser obtidos através de um *bootstrap* paramétrico e da

comparação da soma dos quadrados dos desvios entre as distribuições observadas e esperadas. Os gráficos referentes às distribuições de *mismatch* deverão ser gerados pelo programa DNAsp v. 4.0 (ROZAS et al. 2003).

Deste modo, sugere-se a realização de um Estudo da Variabilidade Genética da Ictiofauna, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante as fases posteriores deste monitoramento, com o objetivo de identificar os níveis de variabilidade genética das populações de peixes migratórios e ameaçados de extinção presentes na AID do empreendimento, visando esclarecer a existência ou não de estruturação populacional. A equipe técnica responsável por este estudo deve ser de uma instituição científica de notório saber, sugere-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro ou Museu Nacional do Rio de Janeiro.

- **Programa de Repovoamento da Ictiofauna**

Como intuito de minimizar o impacto negativo da construção de barragens hidrelétricas, algumas ações de conservação vêm sendo utilizadas, como programas de repovoamento (LOPERA-BARRERO et al. 2007). O repovoamento da ictiofauna é uma estratégia de conservação da biodiversidade aquática que consiste em restabelecer populações naturais a partir da liberação de alevinos obtidos de estações de piscicultura (LOPERA-BARRERO et al. 2007).

Entretanto, o manejo reprodutivo realizado nas estações de piscicultura, quando feito de forma inadequada, pode diminuir a variabilidade genética das progênes que serão liberadas no rio, reduzindo a capacidade dos peixes de se adaptarem a diferentes condições ambientais (POVH et al. 2008). Portanto, a manutenção da variabilidade genética é importante para a viabilidade dos programas de repovoamento (sobrevivência dos peixes jovens no ambiente), a fim de evitar efeitos adversos na ictiofauna (SIROL & BRITO 2006). Por isso sugere-se que o repovoamento seja feito utilizando-se matrizes coletadas a montante do reservatório da UHE Itaocara. Sugere-se também que as reproduções induzidas ocorram na Estação Projeto Piabanha Centro Socioambiental, Setor de Conservação da Ictiofauna, em Itaocara.

Durante implantação do Projeto Básico Ambiental, através do Programa de Monitoramento da Ictiofauna deverá ser realizada uma análise técnica da situação em que se encontram as populações de peixes migratórias nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, para nortear a necessidade ou não das atividades de repovoamento. Uma vez acatada a decisão de repovoar, deve-se identificar qual (is) a(s) espécie (s) nativa (s) está (ão) em declínio populacional e qual a quantidade de indivíduos a liberar a jusante da barragem da UHE Itaocara, localizada no rio Paraíba do Sul. Sugere-se dar ênfase as espécies ameaçadas de extinção, neste caso a piabanha do gênero *Brycon*. Essa quantidade de peixes para soltura será calculada considerando a capacidade de suporte do rio no trecho a jusante da barragem da UHE Itaocara.

Sugere-se usar como referência o “Plano Emergencial de Repovoamento para a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul” realizado pelo Projeto Piabanha, com sede em Itaocara. Neste plano está detalhado o método para a reprodução induzida das matrizes, citado abaixo em linhas gerais.

Três meses antes do início do período reprodutivo da espécie-alvo, devem ser feitas amostragens mensais na área do futuro reservatório da UHE Itaocara, visando observar os sinais externos de maturação gonadal nas fêmeas e nos machos. Para as fêmeas, os critérios utilizados para a escolha dos reprodutores serão a presença de abdome avolumado e flácido e a de papila urogenital hiperemiada e saliente (orifício por onde fluem os ovócitos e o sêmem). Para os machos os critérios serão a ocorrência de fluidez de sêmen após massagem abdominal, e a de aspereza acentuada nos raios da nadadeira anal.

Os peixes selecionados serão conduzidos ao laboratório de reprodução em recipientes apropriados, com capacidade volumétrica de 50 litros. A distância dos tanques de estocagem de reprodutores ao laboratório de reprodução é inferior a 100 m, o que permitirá o transporte sem o uso de aeração ou anestésico.

No laboratório de reprodução os peixes serão alojados em tanques de concreto de 3 m³ (2 metros de comprimento x 1,5 m de largura x 1 m de altura). Em seguida, um peixe por vez será anestesiado utilizando-se solução de benzocaína na proporção de 10 ml de anestésico/ 50 litros de água em recipiente similar ao utilizado para o transporte. Oito minutos após a imersão nesta solução, o peixe estará sedado, sendo, então, pesado para a obtenção do peso total, o que possibilitará determinar a dose individual de hormônio. A pesagem será feita com auxílio de dinamômetro, com precisão de 50g.

Logo após, os peixes serão novamente alojados nos tanques de concreto do laboratório de reprodução na proporção de um ou dois casais para cada tanque. A renovação de água será constante na proporção de três litros por minuto.

O indutor utilizado para maturação gonadal será a hipófise desidratada de carpa comum, na forma de extrato bruto, injetado na base da nadadeira pélvica ou da nadadeira peitoral. As fêmeas receberão duas dosagens, sendo a primeira de 0,5 mg de hipófise /kg de peso vivo e a segunda de 5,0 mg de hipófise /kg de peso vivo, com intervalo de doses de 08 a 14 horas. Os machos receberão uma única dose, na concentração de 2,5 mg de hipófise /Kg de peso vivo, simultaneamente à segunda dose das fêmeas.

Para a obtenção do extrato hipofisário, as hipófises serão maceradas utilizando pistilo e cadinho de porcelana e, a seguir, será adicionado soro fisiológico na proporção de 1 mL /kg peixe. Uma fração deste preparado será imediatamente aplicada nas fêmeas, sendo o restante acondicionado em seringas de 3 a 5 ml e armazenado em geladeira a 5 °C para ser aplicado na segunda dose das fêmeas e na dose única dos machos, respeitando-se as doses anteriormente citadas. O tempo de armazenamento é de 8 a 14 horas.

Após a segunda dosagem, a temperatura será monitorada a cada hora visando à obtenção do valor de horas-grau (HG), que é o somatório das temperaturas a cada intervalo de uma hora. O oxigênio dissolvido, o pH e a condutividade serão monitorados no momento da aplicação da primeira dose de hipófise e no momento da desova, utilizando-se, respectivamente, oxímetro eletrônico com precisão de 0,01 mg /L de água, peagâmetro eletrônico com precisão de duas casas decimais e condutímetro eletrônico com precisão de 1mS.

Durante o processo de hipofisação, será realizada a observação visual e constante dos reprodutores nos tanques onde estavam alojados, visando descrever à possível ocorrência de comportamento agressivo, comportamento de corte e de sinais indicadores do momento da ovulação.

A extrusão dos gametas será a seco; para tal, os reprodutores terão suas papilas genitais e regiões adjacentes enxugadas, com auxílio de tolhas de algodão, antes da coleta dos gametas extrusados mediante a massagem abdominal no sentido crânio-caudal para coletar os ovócitos em uma bacia plástica, previamente seca, só então se procede à pesagem dos mesmos e, a seguir, o sêmen será adicionado sobre os ovócitos.

O peso da massa dos ovócitos extrusados será obtido com auxílio de balança eletrônica digital com precisão de 0,01 g. Este dado será correlacionado com o peso total da fêmea e fertilidade. Para a estimativa do número total de ovócitos em cada desova, serão coletadas três amostras de 1 g para posterior contagem. Os gametas masculinos e femininos serão misturados com auxílio de uma colher de plástico em movimentos suaves e circulares. Apenas após a homogeneização, é adicionada a água, possibilitando assim a movimentação dos espermatozóides e a fertilização dos ovócitos.

Os ovos serão incubados em incubadoras cilíndrico-cônicas de 60, 160 e 200 litros, em densidade de 0,5 gramas de ovos /litro. Com o objetivo de promover aporte de oxigênio para ovos e larvas e a retirada de metabólitos, será mantida uma vazão de água de valor constante. Esta vazão varia em função do tamanho da incubadora e seu valor era avaliado indiretamente pela posição dos ovócitos, os quais são mantidos circulando no terço inferior da incubadora. Três dias após a eclosão dos ovos, as pós-larvas serão transferidas a um tanque externo escavado e de fundo de terra compactada, com 1600 m² (80 m de comprimento x 20 m de largura x 0,80 m de profundidade).

A renovação da água do tanque será realizada apenas para a manutenção da altura da coluna d'água, resultante das perdas por evaporação e infiltração. Sete dias antes de receber as pós-larvas, o tanque será adubado com 35 g de esterco bovino curtido /m², 1,5 g de superfosfato simples /m² e 1 g de uréia /m². A partir do segundo dia de estocagem, os peixes serão alimentados *ad libitum* com ração comercial farelada (40% de PB). Após o oitavo dia de estocagem, passasse a utilizar ração extrusada (36% PB) com grânulo de 2,8 mm de diâmetro. Cerca de 50 dias após o povoamento dos tanques os alevinos estarão com 5 a 7 centímetros de comprimento, ou seja, prontos para o repovoamento.

Uma vez aptos ao repovoamento, todos os lotes de alevinos e juvenis passarão por rigorosas observações levando em consideração a sanidade, antes de serem lançados nos rios. Os peixes serão acondicionados em sacolas plásticas com água e oxigênio e seguirão em um carro utilitário até locais previamente identificados, próximos aos remansos e /ou pequenos tributários. Passada a fase de aclimação, que durará aproximadamente 10 minutos, os peixes devem ser soltos no rio Paraíba do Sul, no trecho a jusante da barragem da UHE Itaocara.

É preciso considerar que a análise da necessidade de repovoamento da ictiofauna nativa deverá considerar a ocorrência dos demais barramentos do rio Paraíba do Sul, e discutir os efeitos cumulativos e ações conjuntas a serem tomadas. No caso de necessidade de repovoar o rio Paraíba do Sul a jusante, é imprescindível que um Plano de Repovoamento da Ictiofauna seja elaborado de acordo com o Art. 22 da Instrução Normativa n° 146/07.

Para acompanhar a eficiência das ações de repovoamento, são propostas campanhas trimestrais, a contar do término da ação de repovoamento. As ações a serem consideradas incluem alevinagem, engorda e soltura, para o caso de existir estação de piscicultura, ou somente a soltura de indivíduos jovens, para o caso do empreendedor adquirir os alevinos de algum fornecedor. É indispensável que as campanhas de monitoramento incluam a avaliação dos parâmetros: pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura da água e turbidez.

Deste modo, sugere-se a realização de um Programa de Repovoamento da Ictiofauna a jusante da barragem da UHE Itaocara, no rio Paraíba do Sul, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante as fases posteriores deste monitoramento, com o objetivo de promover a manutenção do estoque pesqueiro na AID do empreendimento. A equipe técnica responsável por este estudo deve ser de uma instituição científica de notório saber, sugere-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Museu Nacional do Rio de Janeiro; ou o Instituto Piabanha.

- **Mecanismos de Transposição (MTPs) ou Sistemas de Transposição de Peixes (STPs)**

Dentre as estratégias empregadas para atenuar os efeitos do bloqueio exercido por barramentos na migração dos peixes, está a construção de Mecanismos de Transposição (MTPs) ou Sistemas de Transposição de Peixes (STPs), que são estruturas hidráulicas que têm como objetivo principal permitir a subida e/ou descida dos peixes.

Algumas espécies de peixes do rio Paraíba do Sul migram ao longo dos rios em diferentes fases da vida, podemos citar o robalo *Centropomus parallelus*, a piabanha *Brycon opalinus*, a curimba *Prochilodus lineatus*, entre outros. A migração pode ser definida como o deslocamento entre duas áreas distintas que ocorre regularmente. É um fenômeno biológico complexo e fundamental no ciclo de vida de várias espécies, mas ainda pouco conhecido. O barramento dos rios interrompe a migração, impedindo que os peixes desloquem entre os diferentes sítios. Para permitir a continuidade da migração do rio a montante da barragem, um sistema de transposição de peixes (STP) deve ser construído na barragem que permita a passagem dos peixes.

Os STPs construídos em barramentos de rios podem ser agrupados nas seguintes categorias: escada, elevador, captura e transporte, eclusa e canal seminatural (CLAY 1995, FAO/DVWK 2002). Independentemente do tipo, os STPs modernos são compostos de quatro partes principais: água de atração, canal de entrada, corpo e canal de saída. A água de atração tem como objetivo atrair mais peixes para dentro do STP. O canal de entrada comunica o trecho de jusante do barramento, normalmente o canal de fuga, com o corpo do STP. O corpo é a parte que permite o peixe vencer o desnível que separa os trechos de jusante do barramento com o reservatório. O canal de saída comunica o corpo do STP com o reservatório.

A água de atração, o canal de entrada e o canal de saída são semelhantes nos seus aspectos básicos de engenharia quando se comparam os quatro tipos de STPs. A parte que mais difere é o corpo. É o tipo de corpo que dá nome ao tipo de STP. Na escada, o corpo é composto por tanques. A água escoava de um tanque para outro por aberturas por onde os peixes sobem. No elevador, o peixe é içado do canal de

entrada ao canal de saída dentro de uma caçamba. No captura e transporte, o peixe é levado para o reservatório num caminhão. Na eclusa, os peixes passam de um canal para outro por um poço que se enche de água. No canal seminatural, os peixes sobem o STP por canal que procura ter a aparência de curso d'água.

O componente mais importante de STP de barragem é a entrada do canal de entrada (CLAY 1995). Se os peixes não conseguirem encontrar a entrada, o STP estará fadado ao fracasso mesmo que o restante dele tenha sido projetado adequadamente. Uma vez dentro do STP, o tipo de corpo influencia a eficácia. Eficácia é aqui considerada como sendo a porcentagem dos peixes que atinge o reservatório em relação à quantidade de peixes que está a jusante da barragem a procura de uma passagem para montante.

Todavia é preciso considerar que estudos serão necessários para a obtenção de dados que possibilitem tanto o adequado entendimento do papel do STP na conservação e no manejo dos peixes do rio Paraíba do Sul, quanto à elaboração de regras operativas do STP e melhorias da sua eficácia.

No caso de construção de uma STP na UHE Itaocara, também se sugere um projeto que avalie a eficácia das mesmas, e identifique possíveis medidas potencializadoras. Este programa de monitoramento da STP deve ser realizado através do uso da telemetria, conforme metodologia citada no item acima “Estudo da Variabilidade Genética da Ictiofauna”. Devem ser realizadas campanhas de coleta dos peixes migratórios e ameaçados de extinção a jusante da barragem da UHE Itaocara. As espécies capturadas serão marcadas com rádiotransmissores que serão implantados através de uma microcirurgia e rastreados por estações automáticas de radiotelemetria instaladas na própria barragem.

O rastreamento na barragem da UHE Itaocara será feito por quatro estações automáticas. Cada estação terá, no mínimo, duas antenas. Duas estações serão instaladas junto ao STP: uma na entrada e outra na saída. A terceira estação ficará no vertedouro com antenas voltadas para o canal de fuga e bacia de restituição do vertedouro. A quarta estação, colocada na crista da barragem, terá as antenas voltadas para o reservatório para rastrear a tomada d'água das turbinas e a região do vertedouro. Dependendo do arranjo da casa de força e do vertedouro, essas duas últimas estações poderão ser substituídas por uma única com quatro antenas.

Deste modo, sugere-se a construção e monitoramento de um Mecanismo de Transposição (MTP) ou Sistema de Transposição de Peixes (STP) na barragem da UHE Itaocara, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante as fases posteriores deste monitoramento, com o objetivo de oportunizar a passagem das espécies migratórias e ameaçadas de extinção pelo barramento do empreendimento. A equipe técnica responsável por este estudo deve ser de uma instituição científica de notório saber, sugere-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro ou Museu Nacional do Rio de Janeiro.

- **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**

Os recursos hídricos são utilizados em todo mundo com diferentes objetivos que vão desde abastecimento doméstico, irrigação, geração de energia, navegação, aquicultura, harmonia paisagística, entre outros.

Desta forma, atividades antrópicas têm exercido uma profunda influência sobre os ecossistemas aquáticos, afetando de forma significativa as populações de peixes de água doce (CAIRNS et al. 1993). A deterioração do ambiente, em função das atividades antrópicas, tem gerado necessidades de desenvolvimento e adequação de métodos de avaliação da qualidade ambiental. Uma avaliação efetiva das condições lóxicas requer compreensão das múltiplas causas do estresse na biota aquática, incluindo a perda e degradação do habitat, a expansão de espécies exóticas, exploração desordenada, extinções secundárias, poluição por efluentes industriais e poluição por efluentes orgânicos e mudanças climáticas globais (ALLAN & FLECKER 1993).

Os métodos biológicos que usam índices bióticos para expressar de forma numérica um conjunto de dados sobre a composição da fauna visando avaliar os efeitos de impactos nas comunidades aquáticas tem chamado a atenção dos cientistas e, quando utilizados para o monitoramento da qualidade da água, apresentam a vantagem de oferecer informações de efeitos ambientais prolongados (LOBO et al. 2002). Isto é, são capazes de refletir estados não mais existentes no momento da verificação, porém, originados a partir do processo de maturação da comunidade. Os Índices multimétricos bióticos estão sendo usados para complementar dados físicos e químicos em avaliações da qualidade de rios, desta forma facilitando uma avaliação mais compreensiva e acurada do ambiente (ANGERMEIER & DAVIDEANU 2004).

Os índices bióticos reúnem informações sobre vários atributos de uma comunidade biológica dentro de um número que reflete o status ecológico da comunidade. Um índice biótico leva em consideração a sensibilidade ou tolerância de uma espécie ou grupos de espécies à poluição e designa um valor, sendo que a soma destes valores resulta num índice de poluição para um determinado local. Os dados podem ser qualitativos (presença ou ausência) ou quantitativos (relativa abundância ou densidade absoluta) (MASON 1991). KARR (1981), FAUSCH et al. (1990), ARAÚJO (1998a, b), BRUSCHI Jr. et al. (2000), SCHIEMER (2000) e ARAÚJO et al. (2003) utilizaram a comunidade de peixes como indicadores de qualidade da água em programas de monitoramento ambiental.

Devem ser realizadas amostragens padronizadas em áreas selecionadas na AID do empreendimento, com metodologia adequada, a ser definida em um projeto detalhado. Os exemplares devem ser preservados em formalina a 10%. No laboratório, o material coletado será triado, identificado até o nível de espécie e preservado em álcool a 70%.

Para análise dos dados, sugere-se que sejam estimadas a riqueza, a abundância e a biomassa das espécies; e calculada a frequência de ocorrência (DAJOZ 1983), sendo as espécies agrupadas nas seguintes categorias: “constantes”, presentes em mais de 50% das amostras; espécies “acessórias”, presentes em 25 a 50% das amostras; e espécies “acidentais”, presentes em menos de 25% das amostras. Também se sugere cálculo do índice de Diversidade de Shannon (ZAR 1999) e o índice de Equitabilidade de Pielou (ZAR 1999). Uma ANOVA fatorial deve ser utilizada a fim de verificar se há variação espacial e temporal.

Em conjunto com as coletas da ictiofauna deve ser feita uma análise dos parâmetros de temperatura, pH, DBO, oxigênio dissolvido e coliformes fecais com o objetivo de identificar se esses parâmetros estão influenciando a qualidade do corpo hídrico.

Deste modo, sugere-se a realização de um Programa de Monitoramento na AID da UHE Itaocara, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante todo o período de operação do empreendimento, com o objetivo de avaliar os índices ecológicos das taxocenoses de peixes na AID do empreendimento, como uma ferramenta de avaliação da degradação ambiental.

- **Programa de Resgate da Ictiofauna**

Durante as fases de desvio do rio para lançamento das ensecadeiras e de enchimento do reservatório é esperado o aprisionamento de alguns exemplares da ictiofauna em função da formação de poças isoladas a jusante, que limitam a locomoção, principalmente, das espécies que vivem próximas ao fundo do leito do rio. Isso causa a mortandade dos peixes devido ao aumento da temperatura da água, e à falta de oxigênio e de recursos alimentares. Para evitar a mortandade de peixes e amenizar os possíveis impactos sobre a comunidade, são previstas ações de resgate dos espécimes aprisionados nas áreas afetadas. É importante mencionar também a necessidade de resgate de peixes retidos em partes das turbinas da UHE, durante a manutenção das unidades geradoras, na fase de operação do empreendimento.

É importante mencionar que as atividades de resgate devem ser realizadas mediante autorização de coleta e transporte emitida pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A solicitação de autorização seguirá as recomendações da Instrução Normativa nº 146/2007, sobre procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação).

Uma etapa da metodologia prevê executar o resgate das espécies de peixes retidas no canal do rio após o desvio, envolvendo áreas como o canal principal do rio, as poças e áreas de remanso e outros habitats onde houver organismos presos. Assim, as áreas descobertas, serão vasculhadas para evitar a mortandade das espécies de peixes, especialmente as de pequeno e médio porte. As capturas devem ser realizadas com os seguintes apetrechos de pesca: redes de arrasto (malha 5,0mm entre nós), redes de cerco, tarrafas (diversos tamanhos) e puçás (malha 0,2 mm). Os peixes capturados serão colocados em baldes para serem conduzidos até a base de apoio (localizada à margem do rio), onde os espécimes serão transferidos para uma caixa d'água de 500 litros.

Esta captura será contínua até o bombeamento completo das águas do rio Paraíba do Sul. Ao final do esgotamento do canal, será necessária a retirada manual dos peixes, com o auxílio de puçás e peneiras de alguns espécimes que habitualmente procuram abrigo entre os vãos das pedras. Enquanto houver atividade de resgate, as áreas ensecadas receberão aeração mecânica. Caso se faça necessário, as medições dos parâmetros de qualidade da água podem ser realizadas num intervalo menor do que 30 minutos.

O detalhamento da quantidade de peixes por volume d'água, do nível de oxigênio dissolvido mínimo tolerável para cada espécie, e do período de permanência dos espécimes resgatados nos recipientes intermediários é variável e dependerá das espécies capturadas e da abundância das mesmas. Ainda assim, ressalta-se que a permanência prevista dos espécimes nesses recipientes é de curta duração, uma vez que cada indivíduo só terá aferido o seu peso e comprimento e logo será devolvido ao rio, no local previamente escolhido para a soltura.

Com relação a área de soltura, os peixes podem ser soltos a montante da área de resgate para que dêem continuidade às atividades migratórias rio acima, especialmente as espécies que necessitam atingir a cabeceira para a desova ou que têm comportamento de *roaming*. A escolha pela soltura dos espécimes resgatados na área de jusante normalmente é adotada para os casos de ausência de tributários que possam ser utilizados como rotas alternativas de migração (a montante da área de resgate), ou quando existem barreiras geográficas que evidenciam separações populacionais historicamente conhecidas, ou, ainda, quando são identificados barramentos artificiais presentes a montante. Além disso, para a distância da soltura deve-se observar a área de segurança em relação ao repuxo.

Os indivíduos capturados serão quantificados e registrados quanto ao seu peso (g) e comprimento padrão (cm), sendo identificados ao menor nível taxonômico possível. Caso a biometria de todas as espécies seja inviabilizada em função da alta densidade dos organismos resgatados, realizar-se-á uma subamostra, de maneira a registrar a média de peso e comprimento padrão de todas as espécies resgatadas.

Todos os dados serão anotados em fichas próprias com informações contendo data, local de captura, material utilizado, condições climáticas, biometria (comprimento padrão, peso), registro fotográfico e observações gerais. Os organismos testemunhos serão fixados em formol 10% e acondicionados em bombonas e preservados em álcool 70%.

Deste modo, sugere-se a realização de um Programa de Resgate da Ictiofauna na AID da UHE Itaocara, a ser detalhado em um projeto básico, apresentado ao órgão ambiental e realizado durante todo o período de operação do empreendimento, com o objetivo de evitar a mortalidade de peixes durante a fase de implantação do UHE Itaocara (etapa de desvio do rio) e na fase de operação, caso seja necessário.

9. LISTA DE AÇÕES DE PRESERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA

- **Estudo da Dinâmica Populacional da Ictiofauna**

Realização de um Estudo da Dinâmica Populacional da Ictiofauna, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o crescimento, mortalidade, dispersão e reprodução das espécies de peixes da região. Sugere-se a utilização da técnica de captura-marcação-recaptura (FERNANDEZ 1995, SEBER 1982, ZAR 1999, POLLOCK 1981, BEGON 1979), através da marcação dos peixes com biopolímeros e telemetria.

- **Estudo da Variabilidade Genética da Ictiofauna**

Realização de um Estudo da Variabilidade Genética da Ictiofauna, com o objetivo de identificar os níveis de variabilidade genética das populações de peixes migratórios e ameaçados de extinção presentes na AID do empreendimento, visando esclarecer a existência ou não de estruturação populacional.

- **Programa de Repovoamento da Ictiofauna**

Realização de um Programa de Repovoamento da Ictiofauna a jusante da barragem da UHE Itaocara, no rio Paraíba do Sul, com o objetivo de promover a manutenção do estoque pesqueiro na AID do empreendimento.

- **Mecanismos de Transposição (MTPs) ou Sistemas de Transposição de Peixes (STPs)**

Construção e monitoramento de um Mecanismo de Transposição (MTP) ou Sistema de Transposição de Peixes (STP) na barragem da UHE Itaocara, com o objetivo de oportunizar a passagem das espécies migratórias e ameaçadas de extinção pelo barramento do empreendimento.

- **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**

Realização de um Programa de Monitoramento da Ictiofauna na AID da UHE Itaocara durante todo o período de operação do empreendimento, com o objetivo de avaliar os índices ecológicos das taxocenoses de peixes na AID do empreendimento, como uma ferramenta de avaliação da degradação ambiental.

- **Programa de Resgate da Ictiofauna**

Realização de um Programa de Resgate da Ictiofauna na AID da UHE Itaocara, com o objetivo de evitar a mortandade de peixes durante a fase de implantação do empreendimento (etapa de desvio do rio) e na fase de operação, caso seja necessário.

10. BIBLIOGRAFIA

ALLAN, J.D. & FLECKER, A.S. 1993. Biodiversidade conservation in running waters. *Bioscience*, 43:32-43

ANGERMEIER, P.L. & DAVIDEANU, G. 2004. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity. *Hydrobiologia* 511:65-78.

ARAÚJO, F.G., 1985 - Levantamento preliminar dos organismos aquáticos do rio Paraíba do Sul - RJ. Relatório final. Convênio FINEP/Posto de Aquicultura/UFRRJ. Rio de Janeiro. 49 pp.

ARAÚJO, F. G., 1996 - Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ. *Rev. Brasil. Biol.*, 56(1): 111-126.

ARAÚJO, F.G. 1998a. Uso da Taxocenose de peixes como indicadora de degradação ambiental no rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil. *Braz. Arch. Biol. Tech.* 41(3):370-378.

ARAÚJO, F.G. 1998b. Adaptação do Índice de Integridade Biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Rev. Bras. de Biol.* 58(4):547-558.

ARAÚJO, F.G., FICHBERG, I., PINTO, B.C.T. & PEIXOTO, M.G. 2003. A preliminary index of biotic integrity for monitoring the condition of the Rio Paraíba do Sul, Southeast Brazil. *Environ. Manage.* 32(4):516-526.

- AVISE, J.C. *Phylogeography: The History and Formation of Species*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 2000.
- BEGON, M. 1979. *Investigating Animal Abundance: Capture-Recapture for Biologists*. Edward Arnold, London.
- BEUKERS, J. S.; JONES, G. P.; BUCKLEY, R. M. 1995. Use of implant microtags for studies on populations of small reef fish. *Marine Ecology Progress Series, Oldendorf/Luhe*, v. 125, p. 61-66, 1995.
- BIZERRIL, C.R.S.F., 1994. Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. *Acta Biol. Leopoldensia*, 16(1): 51-80.
- BIZERRIL, C.R.S.F. 1995a. Estrutura quantitativa de comunidades de peixes em um rio costeiro do sudeste brasileiro. *Acta Biol. Leopoldensia*, 17(2): 57-80.
- BIZERRIL, C.R.S.F., 1995b. Análise da distribuição espacial da ictiofauna de uma bacia hidrográfica do leste brasileiro. *Arqu. Biol. Technol.*, 38(2): 477-499.
- BIZERRIL, C.R.S., 1996. Ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul – Diversidade biológica, distribuição geográfica e estratégias de conservação, Relatório Final. Agência Técnica da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. 78 pp.
- BIZERRIL, C.R.S.F., 1999 -A ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul. Biodiversidade e padrões espaciais de distribuição. *Brazil. Arch. Biol. Technol.*, 45(2): 125-156.
- BIZERRIL, C.R.S.F. & PRIMO, P.B., 2001. Peixes de água doce do Estado do Rio de Janeiro. FEMAR – SEMADS. Rio de Janeiro: 417p.
- BRENNAN, N. P.; LEBER, K. M.; BLACKBURN, B. R. 2007. Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. *Fisheries Research*, St John's, v. 83, p. 90-97, 2007.
- BRITSKI, H. A. 1972. Peixes de água doce do estado de São Paulo: Sistemática. *In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAI eds. Poluição e Piscicultura*. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP e Instituto de Pesca. p.79-107.
- BRITSKI, H. A. 1994 A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios. *In: COMASE: Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico*. Rio de Janeiro. p. 23-30.
- BRUSCHI Jr., W., MALABARBA, L.R. & SILVA, J.F.P. 2000. Avaliação da Qualidade Ambiental dos riachos através das Taxocenoses de peixes. *In Carvão e Meio Ambiente (Centro de Ecologia/UFRGS.)*. Ed. UFRGS, Porto Alegre, 1856p.
- CAIRNS, Jr. J., McCORMICK, P.V. & NIEDERLEHNER, B.R. 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 263:1-144.
- CAROLSFELD J, HARVEY B, ROSS C, BAER A. (ed.). 2003. *Migratory fishes of South America*. Victoria, BC, Canada: World Fisheries Trust, 2003.

- CLAY C.H. 1995. Design of fishways and other fish facilities. 2nd edition. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- CLEMENT, M; POSADA, D.; CRANDALL, K.A. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9:1657-1659, 2000.
- DAJOZ, R. 1983. *Ecologia geral*. Vozes, Petrópolis, 472p.
- EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P.E.; QUATTRO, J.M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, v.131, p. 479-491, 1992.
- FAO/DVWK. 2002. *Fish passes: design, dimensions and monitoring*. Rome: FAO
- FAUSCH, K.D., LYONS, J., KARR, J.R. & ANGERMEIER, P.L. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. *Am. Fisheries Soc. Symp.* 8:123-144.
- FICKE, A. D.; MYRICK, C. A. 2009. A Method for monitoring movements of small fishes in urban streams. *North American Journal of Fisheries Management*, Bethesda, v. 29, p. 1444-1453, 2009.
- FOSTER, S.; VINCENT, A. 2005. Enhancing sustainability of the international trade in seahorses with a single minimum size limit. *Conservation Biology*, v.19, n. (4):1044-050, 2005.
- GUPTA, M.; CHYI, Y-S.; ROMERO-SEVERSON, J., OWEN, J.L. Amplification of DNA markers from evolutionary diverse genomes using single primers of simple sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics* 89: 998-1006, 1994.
- HADRYS, H.; BALIK, M.; SCHIERWATER, B. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular Ecology* 1:55-63, 1992.
- HAIG, S.M. 1998. Molecular contributions to conservation. *Ecol.* 79: 413-425.
- HENDERSON, P. A. & HAMILTON, H. F. 1995. Standing crop and distribution of fish in drifting and attached floating meadow within an Upper Amazonian varzea lake. *Journal of Fish Biology* 47:266-276.
- KAILL, M. W.; RAWSON, K.; JOYCE, T. 1990. Retention rates of half-length coded wire tags implanted in emergent Pink Salmon. *American Fisheries Society Symposium*, Bethesda, v. 7, p. 253-258, 1990.
- KARR, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):21-27.
- KREBS, C. J. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York.
- LIU Z.J., LI P., ARGUE B.J., Dunham RA (1999) Random amplified polymorphic DNA markers: usefulness for gene mapping and analysis of genetic variation in catfish. *Aquaculture* 174: 59-68.
- LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M. & BENDER, E.P. 2002. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. *EDUNISC*, Santa Cruz do Sul, 127p.

- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A. O repovoamento de peixes: uma estratégia multidisciplinar? *Aqüicultura e Pesca*, v.30, p.71-74, 2007.
- MACHADO, A.M.B., DRUMMOND, G.M., PAGLIA, A.P. 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1 ed. MMA; Fundação Biodiversitas, Brasília, 1420 p.
- MACHIDA, R.J.; TSUDA, A. Dissimilarity of Species and Forms of Planktonic Neocalanus Copepods Using Mitochondrial COI, 12S, Nuclear ITS, and 28S Gene Sequences. *PLOS ONE* 54. Doi: 10.1371, 2010.
- MAGURRAN, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom HEBN, London. 179p.
- MANLY, B.F.J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology (2nd Edition). Chapman & Hall, London, UK.
- MASON, C.F. 1991. Biology of freshwater pollution. 2nd ed. Longman Scientific & Technical, London, 351p.
- MCFARLANE, G. A.; WYDOSKI, R. S.; PRINCE, E. D. 1990. Historical review of the development of external tags and marks. *American Fisheries Society Symposium*, Bethesda, v. 7, p. 9-29, 1990.
- NETO, F.R.A. 2008. Migração e conservação do dourado (*Salminus franciscanus*, Lima & Britski 2007) em um trecho do rio São Francisco. Dissertação Mestrado. UFMG.
- NUNANN, G.W., L.W. CARDOSO & W.D. BANDEIRA. 1983. Levantamento da ictiofauna do rio Paraíba do Sul. Trecho Represa do Funil - Cidade de Barra do Pirá, Estado do Rio de Janeiro. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Resumos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 212.
- PERDICES, A.; CUNHA, C.; COELHO, M.M. Phylogenetic structure of *Zacco platypus* Teleostei, Cyprinidae. populations on the upper and middle Chang Jiang - Yangtze drainage inferred from cytochrome b sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31:192-203, 2004.
- PEREIRA, L.H.G.; FORESTI, F.; OLIVEIRA C. Genetic structure of the migratory catfish *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) suggests homing behavior. *Ecology of Freshwater Fish*, 18: 215–225, 2009.
- POLLOCK, K. H. 1981. Capture-Recapture models: a review of current models, assumptions and experimental design. *Studies in Avian Biology*, 6: 426-35.
- POVH, J.A.; RIBEIRO, R.P.; SIROL, R.N.; STREIT JÚNIOR, D.P.; LOPERABARRERO, N.M.; VARGAS, L.; GOMES, P.C; LOPES, T.S. Diversidade genética de pacu do Rio Paranapanema e do estoque de um programa de repovoamento. *Pesqueira Agropecuária Brasileira*, vol.43, no.2, 2008.
- ROZAS, J.; SÁNCHEZ-DELBARRIO, J.C.; MESSEGUER, X.; ROZAS, R. DnaSP, DNA polymorphism analyses by the coalecent and other methods. *Bioinformatics*, 19:2496-2497, 2003.
- SEBER, G. A. F. 1982. The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters (Second edition). Charles Griffith, London.
- SCHIEMER, F. 2000. Fish as indicators for the assessment of the ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia* 422/423:271-278.

- SCHNEIDER, S.; ROESSLI, D.; EXCOFFIER, L. Arlequin: a software for population genetics data analysis. Version 2.0. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland, 2000.
- SCHULZ, U. H. 1997. Mark retention in fin-clipped pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holberg, 1887) and a short review of batchmarking techniques. *Revista Unimar, Maringá*, v. 19, n. 2, p. 413-419, 1997.
- SCHREY, A.W.; HEIST, E.J. Microsatellite analysis of population structure in shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60:670–675, 2003.
- SILVA, L. G. 2004. Migração de mandis amarelos *Pimelodus maculatus* e curimbas *Prochilodus lineatus* no rio Grande, bacia do alto Paraná. Dissertação de Mestrado. 63p.
- SIROL, R.N.; BRITTO, S.G. Conservação e manejo da ictiofauna: repovoamento. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Ed). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos: RiMA, 2006. p.275-284.
- SWOFFORD, D.L. PAUP* - Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods). Version 4b10. Sinauer, Sunderland, 2002.
- TANAKA, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, v. 122, p. 33-51.
- TEIXEIRA, T.P., PINTO, B.C.T., TERRA, B. F., ESTILIANO, E.O., GRACIA, D., ARAÚJO, F.G. 2005. Diversidade das assembléias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. *Iheringia. Série Zoologia*, 95 (4): 347-357. 2005.
- THANGARAJ, M. & LIPTON, A.P. Genetic Identity of Three Indian Populations of Three Spotted Seahorse, *Hippocampus trimaculatus*. *Advances in Biological Research*, v. 41, p.37-41, 2010.
- THOMPSON, J.D.; GIBSON, T.J.; PLEWNIAK, F.; JEANMOUGIN, F.; HIGGINS, D.G. The ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, v.24, p.:4876-4882, 1997.
- TOLEDO FILHO, S.; ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; FORESTI, F.; GALHARDO, E.; DONOLA, E. Conservação genética de peixes em projetos de repovoamento de reservatórios. São Paulo, USP. 39 p. USP. *Cadernos de Ictiogenética*, 1992.
- WANG, J.; LIN, H.; HUANG, S.; PAN, C.; CHEN, X.; CHIANG, T. Phylogeography of *Varicorhinus barbatulus* (Cyprinidae) in Taiwan based on nucleotide variation of mtDNA and allozymes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31:1143-1156, 2004.
- WILLIAMS, J.G.K.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, J.; RAFALSSKI, J.A.; TINGEY, S.V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18: 6531-6535, 1990.
- WELSH, J.; MCCLELLAND, M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research* 18:7213-218, 1990.

WILLIS, T. J.; BABCOCK, R. C. 1998. Retention and in situ detectability of visible implant fluorescent elastomer (VIFE) tags in *Pagrus auratus* (Sparidae). *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research*, Wellington, v. 32, p. 247-254, 1998.

ZIETKIEWICZ, E.; RAFALSKI, A.; LABUDA, D.; Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176-183, 1994.

VAZZOLER, A.E.A .M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 1996.196p.

ZAR, J. H. 1999. *Bioestatistical Analysis (Second Edition)*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

11. CRONOGRAMA

	DESCRIÇÃO	Dez/12	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Jun/13
1ª	Plano de trabalho e licenças	X					
2ª	1a Campanha de campo ictioplancton e Relatório Parcial	X					
3ª	2a Campanha de campo ictioplancton e Relatório Parcial		X				
4ª	3a Campanha de campo ictioplancton e Relatório Parcial			X			
5ª	1ª Campanha de campo Ictiofauna e Relatório Parcial		X				
6ª	2ª Campanha de campo Ictiofauna e Relatório Parcial						X
7ª	Relatório Final						X



Figura 13. Área de amostragem localizada no reservatório da UHE Ilha dos Pombos (Ic1). Data: 05/06/2013. Hora: 17:00.



Figura 14. Área de amostragem localizada nas proximidades da escada de peixes (Ic2). Data: 05/06/2013. Hora: 16:27.

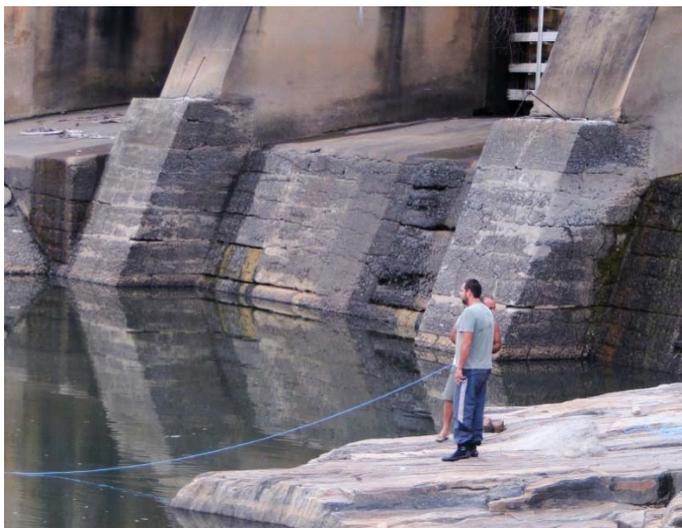


Figura 15. Amostragem da ictiofauna na área Ic3. Data: 06/06/2013. Hora: 8:27.



Figura 16. Área de amostragem localizada Rio Paraíba do Sul, área Ic 4. Data: 07/06/2013. Hora: 11:23.



Figura 17. Área de amostragem localizada Rio Paraíba do Sul, área Ic 5. Data: 08/06/2013. Hora: 8:50.



Figura 18. Área de amostragem localizada no rio Pirapetinga (Ic 6). Data: 10/06/2013. Hora: 11:01.



Figura 19. Área de amostragem localizada no córrego da Direita, com a vazão hídrica muito reduzida (lc 7). Data: 12/06/2013. Hora: 10:57.



Figura 20. Área de amostragem localizada no córrego Santo Antônio, com a vazão hídrica muito reduzida (lc 8). Data: 12/06/2013. Hora: 12:06.



Figura 21. Amostragem no córrego das Pedras (área lc 9). Data: 12/06/2013. Hora: 10:57.



Figura 22. Amostragens no Paraíbado-Sul, no reservatório da UHE Itaocara, área Ic 10. Data: 06/06/2013. Hora: 9:12.



Figura 15. Amostragens no Paraíbado-Sul, a jusante da barragem da UHE Itaocara, área Ic 11. Data: 08/06/2013. Hora: 16:23.



Figura 16. Amostragem da ictiofauna no rio Pomba, área Ic 12. Data: 10/06/2013. Hora: 9:20.



Figura 25. Amostragem da ictiofauna com espinhel na área Ic 6
Data: 11/06/2013. Hora: 8:02.



Figura 26. Amostragem da ictiofauna com redes de espera na área Ic 4. Data: 08/06/2013. Hora: 18:26.



Figura 27. *Tilapia rendalli* (tilápia) coletado com redes de espera na área Ic 1. Data: 06/06/2013. Hora: 9:16.



Figura 31. Detalhe da dissecação dos peixes coletados para análise das gônadas.