

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL – UHE SÃO MANOEL

Programa de Monitoramento da Ictiofauna

CONTROLE DE REVISÃO		
CÓDIGO	REVISÃO	DATA
P00.SM-020/14	00	30/01/2014
P00.SM-020/14	01	30/04/2014
P00.SM-020/14	02	08/10/2014

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

SUMÁRIO

20.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA	1
20.1	Justificativa	1
20.2	Objetivos	2
20.3	Metas	3
20.4	Base Legal e Normativa	3
20.5	Área de Abrangência do Programa	4
20.6	Metodologia / Atividades a Serem Desenvolvidas	4
20.6.1	Estações Amostras	4
20.6.2	Periodicidade	9
20.6.3	Aparelhos e métodos de coleta	9
20.6.4	Variáveis ambientais	10
20.6.5	Processamento das amostras	12
20.6.6	Ictioplâncton	15
20.6.7	Análise dos dados	16
20.7	Indicadores	19
20.8	Produtos	19
20.9	Interfaces com outros Planos e Programas	19
20.10	Parcerias Recomendadas	20
20.11	Equipe Técnica Envolvida	20
20.12	Referências Bibliográficas	21
20.13	Cronograma Físico	24
20.14	Anexos	26

20. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

20.1 Justificativa

O Programa de Monitoramento da Ictiofauna (PMI) foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Usina Hidrelétrica (UHE) São Manoel (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010). Sua elaboração levou em consideração o disposto nas notas técnicas nº 06/2012 e nº 006822/2013, nos pareceres nº 4510/2013 e nº 2478/2014 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, bem como as condicionantes da Licença Prévia nº 473/2013, de 29 de novembro de 2013.

Considerando-se a existência de outros empreendimentos hidrelétricos planejados e em implantação na bacia do rio Teles Pires, para alguns programas ou para seus itens específicos, dada as características sinérgicas do tema a ser tratado, considera-se a probabilidade de flexibilização da metodologia proposta, visando a possibilidade de integração de atividades similares em execução nos demais empreendimentos hidrelétricos previstos para esta bacia.

É importante salientar que a integração na totalidade ou de itens de alguns dos programas não significa, necessariamente, na duplicação do esforço amostral nas áreas de estudo contempladas (e possivelmente sobrepostas) pelos empreendimentos e sim na execução otimizada, onde deverão ser despendidos esforços em conjunto pelos diferentes atores envolvidos. A integração a ser desenvolvida ao longo de todas as etapas do trabalho deverá envolver abordagens metodológicas, ações e informações, buscando a complementaridade espaço-temporal do conhecimento e pela sua consolidação para a racionalização das medidas de mitigação e manejo.

Durante a execução do PMI é importante considerar que algumas populações de peixes respondem de forma muito rápida às modificações do ambiente, enquanto outras apresentam respostas lentas e graduais diante dessas mudanças. Assim, a instabilidade na estrutura da assembleia de peixes observada durante o processo de implantação do empreendimento e enchimento do reservatório pode se prolongar com intensidade e tempo variável.

O nível de alteração na integridade da assembleia de peixes relaciona-se principalmente às características da biota local (estrutura trófica, estratégias reprodutivas, migrações, etc.), características dos reservatórios a serem implantados (localização, área, padrões de circulação de água, morfometria, tempo médio de residência da água, nível de preservação da mata ciliar, grau de atividades antrópicas na região do entorno, etc.), existência de outros reservatórios na bacia, desenho da barragem, procedimentos operacionais, usos da bacia e as interações existentes entre estas variáveis.

Outro aspecto importante a ser considerado relaciona-se aos impactos ambientais associados ao mercúrio na bacia do rio Teles Pires, o qual teve o seu uso intensivo nas décadas de 1980 e 1990 conforme aponta o EIA do empreendimento (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010). Há consenso na comunidade científica no que concerne à

assimilação do metal pela biota, em especial pelos peixes piscívoros, sendo observados valores pouco acima dos limites legais.

O monitoramento da ictiofauna possibilitará compreender como o sistema funciona na atualidade, isolando efeitos antecedentes às atividades de implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) São Manoel, identificando a dimensão dos impactos e elaborando propostas para mitigar os efeitos causados ao longo dos anos pelo barramento. Dada a complexidade dos processos vigentes em regiões neotropicais, apesar de ser motivada, em parte, pela precariedade do conhecimento disponível acerca do funcionamento das comunidades, a construção de uma sequência lógica de investigação, monitoramento e manejo, realizada com objetivos claros e concisos contribuirá para reversão deste quadro e para o melhor delineamento das ações mitigadoras dos impactos dos barramentos inseridos no rio Teles Pires sobre a diversidade biológica.

A execução deste Programa também subsidiará a eventual proposição de um Mecanismo de Transposição da Ictiofauna (MTP), bem como norteará a necessidade ou não de ações de repovoamento da ictiofauna nativa a jusante do empreendimento.

20.2 Objetivos

O objetivo geral do PMI é gerar informações que permitam acompanhar as transformações das assembleias de peixes no rio Teles Pires, em decorrência da interferência direta nesse rio através da implantação do empreendimento hidrelétrico, e subsidiar a elaboração de medidas mitigadoras aos impactos causados à ictiofauna. São ainda objetivos deste Programa:

- Estabelecer parâmetros estruturais e funcionais da ictiofauna considerando uma escala espaço-temporal, de modo a possibilitar a comparação *a priori* e *a posteriori* à inserção da UHE São Manoel, de modo a documentar os processos de migração, reprodução e sucessão ecológica;
- Acompanhar as possíveis alterações na abundância e biomassa (CPUE) das espécies de peixes da área de influência direta do empreendimento, resultantes das alterações provocadas pelo barramento do rio Teles Pires; e,
- Realizar um inventário da ictiofauna na área de influência direta e indireta do empreendimento, incluindo trechos a montante e a jusante do barramento da UHE São Manoel;
- Monitorar a variação da densidade e abundância de ovos, larvas e juvenis de peixes na área de influência da UHE São Manoel;
- Subsidiar o monitoramento de mercúrio total (Hg-T) principalmente nas espécies piscívoras de topo de cadeia, bem como em espécies de importância ecológica e econômica.

20.3 Metas

O PMI tem como metas:

- A implantação de 100% das estações amostrais propostas;
- A realização de quatro campanhas de monitoramento da ictiofauna completas ao longo de cada ano, em todas as estações amostrais propostas.

20.4 Base Legal e Normativa

O presente Programa tem como base legal a Instrução Normativa do IBAMA nº 146, de 10/01/2007, que considera o Artigo 225, parágrafo 1º, inciso VII da Constituição da República Federativa do Brasil, o Artigo 1º da Lei nº 5.197, de 03/01/1967, Artigo 1º, inciso III, e o Artigo 6º, inciso I, item b, da Resolução CONAMA nº 001, de 23/01/1986 e o Artigo 4º, inciso V, parágrafo 2º, da Resolução CONAMA nº 237 de 16/12/1997, o Artigo 15 do Decreto nº 5.718 de 13/03/2006. Esta Instrução Normativa estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna e que estão sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei nº 6.938/81 e pelas Resoluções CONAMA nº 001/86 e nº 237/97.

São citados, a seguir, documentos legais a serem cumpridos, que deverão ser analisados quanto a sua aplicação à ictiofauna.

- Decreto nº 58.054/66, de 23/03/66 – Promulga a Convenção para a proteção da flora, fauna e das belezas cênicas naturais dos países da América, assinada pelo Brasil, em 27/02/40;
- Lei nº 5.197/67, de 03/01/67 – Dispõe sobre a proteção à fauna (alterada pelas Leis nº 7.584/87, nº 7.653/88, nº 7.679/88 e nº 9.111/75; Lei nº 9.605/98, Decreto nº 97.633/89 e Portaria IBAMA nº 1.522/89);
- Lei nº 7.584/87, de 06/01/87 – Acrescenta parágrafo ao Artigo 33 da Lei nº 5.197/67, que dispõe sobre a proteção à fauna;
- Decreto nº 97.633/89, de 10/04/89 – Dispõe sobre o Conselho Nacional de Proteção à Fauna (Decreto nº 1.218/94);
- Lei nº 9.111/95, de 10/10/95 – Acrescenta dispositivo à Lei nº 5.197/67, que dispõe sobre a proteção à fauna.

Adicionalmente, prevê-se o destaque das espécies ameaçadas de extinção, endêmicas, raras, as não descritas previamente para a área estudada ou pela ciência, as passíveis

de serem utilizadas como indicadores de qualidade ambiental, as de importância econômica e cinegética, invasoras ou de risco epidemiológico, e migratórias (IN nº 146/2007 – Artigo 5º, I).

Além disso, em atendimento à Lei nº 5.197 (03/01/1967), as coletas de ictiofauna projetadas neste Programa requerem autorização específica para a sua execução para todos os pesquisadores participantes das atividades de campo, a ser concedida pela Diretoria de Licenciamento Ambiental (DILIC) do IBAMA. No caso de coletas em áreas indígenas ou entrevistas com pescadores indígenas, adicionalmente se faz necessária à obtenção de autorização da FUNAI.

Serão observados, quando aplicáveis: a Lei Estadual nº 5887 de 09/05/1995, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente do Estado do Pará e dá outras providências; o Decreto Estadual nº 802 de 20/02/2008, que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras providências; e a Resolução nº 54 de 24/10/2007, que homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará.

No âmbito do Estado do Mato Grosso, tem-se a Lei Complementar nº 38, de 21 de dezembro de 1995, que Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente do Mato Grosso e dá outras providências.

20.5 Área de Abrangência do Programa

A área de estudo do Programa de Monitoramento da Ictiofauna está inserida na Área Diretamente Afetada (ADA), na Área de Influência Direta (AID) e na Área de Influência Indireta (AIL), definidas no EIA da UHE São Manoel (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010), incluindo corpos d'água situados em terras indígenas, com base na Nota Técnica 6822/2013 CGENE/IBAMA de 29 de outubro de 2013 e de acordo com o Componente Indígena do Plano Básico Ambiental (**Anexo 20 - 1**).

20.6 Metodologia / Atividades a Serem Desenvolvidas

20.6.1 Estações Amostrais

A malha amostral deste Programa contempla dez estações de coleta definidas com base nas campanhas realizadas durante a elaboração do EIA da UHE São Manoel (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010). Oito estações serão localizadas no rio Teles Pires e duas estações nos seus princípios tributários (rio São Benedito e rio Apiacás), avaliados como rotas migratórias diferenciais e importantes e, portanto, fundamentais para o monitoramento da ictiofauna pretendido. Também são considerados os pontos de amostragem situados em terras indígenas, conforme o Componente Indígena do Plano Básico Ambiental, indicados para a avaliação dos impactos na pesca de subsistência das populações indígenas a jusante da UHE São Manoel.

Cabe destacar, como descrito no EIA, que a definição de alguns dos locais de interesse para o Programa esbarra nas limitações impostas pela legislação, uma vez que o segmento do rio Teles Pires a jusante do rio Apiacás, corta terras indígenas e que uma das margens do rio São Benedito (margem direita) e do rio Apiacás (margem esquerda) localizam-se na Terra Indígena Kayabi. A coleta em terras indígenas, mesmo que científica, deverá ter aprovação tanto do IBAMA quanto da FUNAI.

O **Quadro 20 - 1** e a **Figura 20 - 1** apresentam os pontos de coleta definidos para o Programa de Monitoramento da Ictiofauna, aqui denominados de estações de coleta, acompanhados de uma breve descrição dos mesmos, tendo como base as informações contidas no EIA. Os pontos específicos localizados nas terras indígenas não são integralmente abrangidos pela escala adotada no mapa da **Figura 20 - 1**, e são detalhados no “Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna” do Componente Indígena do Plano Básico Ambiental (EESM/JGP, 2014). O mapa geral com as estações amostrais para o monitoramento da ictiofauna, incluindo o componente indígena, pode ser visualizado no **Anexo 20 - 1**.

As coordenadas geográficas apresentadas para as estações de coleta referem-se a regiões aproximadas do local, onde serão definidas as malhas amostrais para cada uma delas, contemplando, no mínimo, dez pontos amostrais (unidades de malhadeiras) em cada estação. As estações de coleta para ictiofauna foram ajustadas de maneira a coincidir com os pontos de amostragem do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial, para o compartilhamento dos parâmetros físico-químicos. Após a primeira campanha eventuais adequações da localização poderão ser realizadas de acordo com justificativa técnica e/ou viabilidade logística.

Quadro 20 - 1 – Estações de coleta definidas para o Programa de Monitoramento da Ictiofauna da UHE São Manoel

ESTAÇÕES		COORDENADAS		CURSO D'ÁGUA	ÁREA	CARACTERÍSTICAS
		X	Y			
1	TP 01	524496	8968549	rio Teles Pires	MONTANTE DO EIXO	Localizado a 6 km do fim do remanso no futuro reservatório de São Manoel , imediatamente a montante da ilha Esperança, em um trecho do rio com ocorrência de algumas corredeiras, bancos de areia, afloramentos rochosos nas margens e vegetação florestal.
2	TP 02	517283	8978300	rio Teles Pires		Localizado a 15 km do fim do remanso no futuro reservatório da UHE São Manoel , na região de montante da curva do macaco circundado por uma vegetação alta e densa, com

ESTAÇÕES		COORDENADAS		CURSO D'ÁGUA	ÁREA	CARACTERÍSTICAS
		X	Y			
						afloramentos rochosos em toda a região marginal. É um ambiente lótico com fundo rochoso e constante formação de vórtices. A profundidade média é de 9 m.
3	TP 03	502226	8979616	rio Teles Pires		Localizado a 30 km do fim do remanso no futuro reservatório de São Manoel, a montante da pista de pouso do campo do Aragão no final da Ilha do Macaco, circundado por uma vegetação alta e densa. É um ambiente lótico com constante formação de vórtices e a profundidade média é de 13 m.
4	LG TUC 01	500090	8978583	Lagoa dos Tucunarés		Localizado a 1,3 km do rio Teles Pires, na área alagada na margem esquerda do rio Teles Pires, conhecida como "Lagoa dos Tucunarés".
5	TP 05	494689	8983410	rio Teles Pires		Localizado a 43 km do fim do remanso no futuro reservatório de São Manoel (900 m a montante do eixo), após a Ilha Grande e a jusante da Pousada Mantega. Possui vegetação arbórea alta e densa com aflorações rochosas em toda a região marginal e fundo rochoso. É um ambiente lótico com constante formação de vórtices e a profundidade média é de 28 m.
6	TP 07	493941	8984326	rio Teles Pires	JUSANTE DO EIXO	Localizado a 400 m a jusante do eixo do futuro reservatório de São Manoel, logo a montante da foz do rio Apiacás. Possui fundo com cascalho solto e lajeados rochosos, com vegetação alta e densa, é um local com constante formação de vórtices. A profundidade média é de 17 m.
7	AP 01	492449	8983753	rio Apiacás		Localizado a 1,5 km da foz

ESTAÇÕES		COORDENADAS		CURSO D'ÁGUA	ÁREA	CARACTERÍSTICAS
		X	Y			
						com o rio Teles Pires, no trecho final do rio Apiacás.
8	TP 08	495261	8991859	rio Teles Pires		Localizado a 9 km a jusante do eixo do futuro reservatório de São Manoel, a montante da foz do rio São Benedito, é um ponto com vegetação alta e densa nas margens, fundo rochoso, com aflorações de cascalho e areia grossa remanescentes dos processos de exploração de ouro. É um local com alguns remansos marginais e profundidade média de 6 m.
9	SB 01	498044	8992127	rio São Benedito		Localizado a 2,5 km da foz com o rio Teles Pires, no trecho final do rio São Benedito. Possui vegetação arbustiva e arbórea média em baixas densidades, com forte presença de matacões de cascalhos e areia grossa, fundo rochoso, é um local lótico com remansos marginais. A profundidade média é de 7 m.
10	TP 09	493384	8996076	rio Teles Pires		Localizado a 15 km a jusante do eixo do futuro reservatório da UHE São Manoel, a jusante da foz do rio São Benedito.

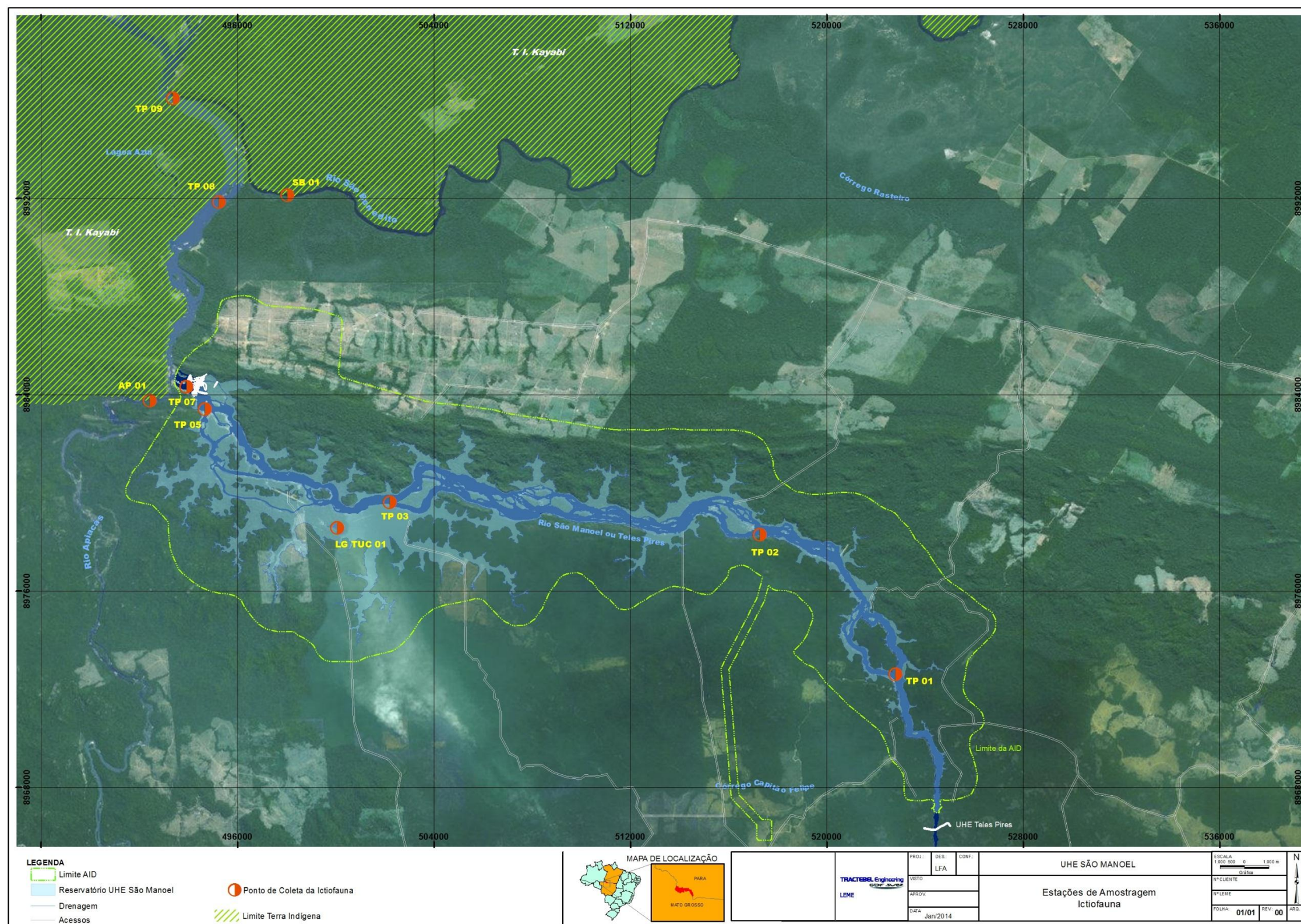


Figura 20 - 1 – Rede amostral com as estações de coleta definidos para o Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

No presente Programa serão realizadas coletas, em quatro ambientes, considerados os mais representativos para a ictiofauna de acordo com EIA da UHE São Manoel: i) remanso do rio, ii) canal do rio, iii) praia, e iv) pedrais/corredeiras. Ressalva deve ser feita, para o fato de que alguns ambientes (e.g. praias, pedrais), podem sofrer modificações importantes, ou mesmo não estar disponíveis, em certa época do ano, de acordo com o ciclo hidrológico, em função das diferenças nas vazões do rio e na disponibilidade de áreas inundadas, o que pode impossibilitar a amostragem dos mesmos.

20.6.2 Periodicidade

As coletas deste Programa serão realizadas trimestralmente durante quatro campanhas a cada ano, de acordo com o ciclo hidrológico, correspondendo à cheia, vazante, seca e enchente.

20.6.3 Aparelhos e métodos de coleta

As artes de pesca utilizadas nas campanhas de monitoramento se diferenciarão entre os ambientes, conforme detalhado a seguir:

Remanso

Nas áreas de remansos do rio serão empregados um conjunto sequencial de redes de emalhe, de malhas de diferentes tamanhos. Cada conjunto será denominado como uma “bateria”. Cada bateria será composta por sete redes retangulares de 10 m de comprimento e 2 m de altura, confeccionadas com linha de nylon monofilamento e malhas de 2, 4, 7, 10, 12, 15 e 18 cm entre nós opostos, respectivamente. Em cada estação serão dispostas três baterias de redes (denominadas como A, B e C), colocadas suficientemente afastadas para não interferir uma na outra. As redes permanecerão na água aproximadamente 24h, sendo revistadas a cada seis horas, para evitar a predação dos peixes capturados, perfazendo a frequência de quatro coletas.

Canal do rio

Espinhéis representados por uma série de anzóis distribuídos no fundo dos corpos hídricos de maior tamanho (canal do rio) serão usados para amostrar os grandes predadores bentônicos. Em cada estação serão instaladas três linhas de espinhéis com 30 anzóis, cada um, sendo 10 de cada tamanho: 06/0, 12/0 e 14/0, colocados alternados e equidistantes. Os espinhéis serão colocados também por um período aproximado de 17 horas, começando no anoitecer e retirando-os pela manhã e serão revisados cada duas ou três horas.

Pedrais e corredeiras

Uma tarrafa, com malha 1,5 cm entre nós opostos e altura de 2,5 m será lançada em locais de pedrais sem grandes obstáculos para garantir a amostragem de peixes

reofílicos. Dez conjuntos de cinco lances serão realizados por sítio, sendo um conjunto de cinco lances considerado uma amostra.

Praias

Para praias livres de obstáculos, será utilizada uma rede tipo “picaré” construída em nylon multifilamento, com 6 m de largura e cerca de 2 m de altura, com malhas de 3 mm, entre nós opostos. Esta rede possui no centro um pequeno saco que facilita a concentração dos peixes capturados e é operada manualmente, sendo arrastada por dois coletores com auxílio de dois calões nas extremidades. Cada amostra será composta de um arrasto de aproximadamente 5 m ao longo do curso d’água. Quando possível, serão realizadas três amostras por sítio.

Nas praias, adicionalmente, será realizada a amostragem de tarrafa usando o mesmo protocolo adotado nos pedrais/corredeiras.

No **Quadro 20 - 2** é indicado o número de amostras a ser coletado em cada campanha por estação. O número de amostras poderá variar, em função da disponibilidade de ambientes em cada estação e época do ano.

Quadro 20 - 2 – Esforço amostral aplicado em cada estação e campanha, para os estudos de abundância da ictiofauna, de acordo com o método de coleta e ambiente

APARELHO DE COLETA	PEDRAL/ CORREDEIRA	REMANSO	CANAL DO RIO	PRAIA	TOTAL
Rede de emalhe	-	3	-	-	3
Espinhéis	-	-	3	-	3
Rede de arrasto	-	-	-	3	3
Parcelas (mergulho)	3	-	-	-	3
Tarrafas	10	-	-	10	20
TOTAL	13	3	3	13	32

20.6.4 Variáveis ambientais

Para o estudo da ictiofauna e independente do aparelho ou forma de coleta, informações sobre parâmetros ambientais, tais como oxigênio dissolvido, pH, condutividade, salinidade, temperatura, velocidade da corrente (m/s), profundidade e turbidez deverão ser obtidas para cada amostra coletada.

Com a finalidade de se ter um indicador do grau de conservação dos corpos hídricos estudados, será realizada uma análise de complexidade estrutural do ambiente utilizando um protocolo de avaliação rápida das condições físicas dos habitats, adaptado de Barbour *et al.* (1999), Scholz; Booth (2001) e Callisto *et al.* (2001) (**Quadro 20 - 3**). Esse protocolo consiste de uma pontuação (numa escala de 0 a 10) para cada parâmetro de habitat, dividido em dez categorias. Conforme maior a pontuação, melhor a qualidade do ambiente aquático analisado. Quanto à pontuação final, a soma será um número entre 0

e 100 e a interpretação do grau de conservação segue a seguinte escala: valores menores que 40 classificam os ambientes como “impactados”, valores entre 40 e 59 classificam os ambientes como “alterados” e valores maiores ou iguais a 60 classificam os ambientes como “naturais”.

Quadro 20 - 3 – Parâmetros de avaliação do grau de conservação dos corpos hídricos

PARÂMETRO ANALISADO		GRAU DE CONSERVAÇÃO			
		POBRE (0 a 2)	DEGRADADO (3 a 5)	BOM (6 a 8)	ÓTIMO (9 a 10)
1	Substrato disponível para fauna	Menos de 10% de habitats estáveis, sua ausência é evidente	30 a 50% do substrato adequado para a colonização; substratos frequentemente removidos	30 a 50% do substrato adequado para a colonização por organismos aquáticos	Mais de 50% dos substratos favoráveis à colonização; variedade de pedras, raízes e troncos submersos
2	Caracterização do substrato dos poços	Fundo coberto por sedimento fino compactado ou cimento	Dominância de um tipo de substrato. Ausência de raízes submersas	Mistura de areia fina, lama e argila. Algumas raízes submersas presentes	Substratos variados, com prevalência de gravetos, areia firme e raízes
3	Regimes de velocidade e profundidade	Dominado por um regime de velocidade/profundidade, geralmente raso/lento	Dois regimes presentes. Se rápido/rase estiverem faltando, pontuação menor	Três regimes. Se rápido/rase estiver faltando, pontuação menor	Presença de todos os 4 regimes: lento/profundo, lento/rase, rápido/rase e rápido/profundo
4	Deposição de sedimentos	Grandes depósitos de material fino; mais de 80% do fundo do rio afetado	50 a 80% do fundo do rio afetado; moderada deposição nos poços	20 a 50% do fundo do rio afetado; ligeira deposição nos poços	Menos de 20% do fundo do rio afetado por deposição de sedimento
5	Fluxo de água no canal	Pouca água no canal; maior parte armazenada em poços	Lâmina de água cobre de 25 a 75% do canal; substrato do fundo grandemente exposto	Lâmina de água cobre mais de 75% do canal	Água alcança as duas margens do rio; substrato do canal sem áreas expostas
6	Alterações no canal	Barrancos com gabião ou cimento; mais de 80% do canal afetado por canalização	Canalização em grau variável; presença de estruturas de proteção nas duas margens	Alguma evidência de canalização ou dragagem no passado	Canalização ou dragagem ausente ou mínima
7	Sinuosidade	Canal retificado	As curvas do	As curvas do	As curvas do

PARÂMETRO ANALISADO		GRAU DE CONSERVAÇÃO			
		POBRE (0 a 2)	DEGRADADO (3 a 5)	BOM (6 a 8)	ÓTIMO (9 a 10)
	do canal	através de canalizações	córrego aumentam de 1 a 2 vezes o comprimento do canal	córrego aumentam de 2 a 3 vezes o comprimento do canal	córrego aumentam de 3 a 4 vezes o comprimento do canal
8	Estabilidade do barranco	Barranco instável; 60 a 100% da área comprometida por erosão	Barranco moderadamente estável; 30 a 60% da área comprometida ou susceptível a erosões	Barranco moderadamente estável; 5 a 30% da área comprometida ou susceptível a erosões	Barranco estável; menos de 5% da área afetada por erosão
9	Proteção Vegetal nos barrancos	Menos de 50% do barranco protegido por vegetação; elevado grau de distúrbio	50% a 70% da superfície do barranco protegido por vegetação; manchas de solo exposto evidentes	70% a 90% da superfície do barranco protegido por vegetação nativa e pelo menos uma categoria de plantas não está bem representada	Mais de 90% da superfície do barranco coberta por vegetação nativa, incluindo árvores, arbustos e macrófitas
10	Largura da faixa ciliar	Largura da faixa ciliar menor que 6 metros; pouca ou nenhuma vegetação, em função de atividade humana	Largura da faixa ciliar de 6 a 12 metros; bastante alterada por atividade humana	Largura da faixa ciliar de 12 a 18 metros; minimamente alterada por atividade humana	Largura da faixa ciliar maior que 18 metros; não alterada por atividade humana

20.6.5 Processamento das amostras

Identificação taxonômica e biometria

Quando possível, cada espécime coletado, ainda no laboratório de campo, será identificado e determinado o seu comprimento total (Ct) e peso (Pt), sendo a precisão de medida igual a 0,1 cm e 1,0 g, respectivamente. Os exemplares de menor tamanho e aqueles com identificação duvidosa serão sacrificados com uma dose letal de anestésico Eugenol (óleo de cravo), fixados em formalina a 10%, armazenados em pequenos baldes com etiquetas de identificação e transportados até o acervo de peixes da instituição executora do Programa, onde serão preservados em álcool 70% e identificados até a menor categoria taxonômica possível com base em literatura científica e consulta com especialistas.

O material coletado deverá ser triado ao nível de espécie e organizado em uma coleção de referência. Esse material deverá então ser examinado em detalhe. Para os grupos de espécies de maior dificuldade de identificação deverão ser feitas consultas a especialistas (taxonomistas que trabalhem com cada grupo taxonômico). Essas consultas poderão ser realizadas pelo envio de fotografias dos exemplares, pelo envio dos exemplares ou pelo convite de especialistas à coleção de referência, para exame dos exemplares, dependendo da quantidade de material daquele determinado grupo de peixe e do grau de dificuldade das identificações.

Tombamento do material biológico coletado

A coleção de referência contendo lotes de cada uma das espécies inventariadas deverá ser depositada em uma coleção científica de uma instituição de pesquisa. Isso é imprescindível para que a coleção de peixes do rio Teles Pires gerada nos estudos relacionados à UHE de São Manoel, torne-se disponível à comunidade científica facilitando a execução de estudos de taxonomia de peixes do rio.

Ecologia trófica

A análise da estrutura das cadeias tróficas é um importante descritor das mudanças nas estruturas das comunidades como reflexo de alterações ambientais. O método tradicional dos conteúdos alimentares, comumente usado no estudo de ecologia trófica, tem várias limitações: i) por quantificar unicamente a dieta (o que é ingerido) e não a absorção real; ii) necessidade de coletar e analisar um número de indivíduos representativo devido a numerosas espécies apresentarem uma alimentação intermitente podendo variar de acordo com o período do dia e/ou habitat; iii) frequentes casos de regurgitação do alimento depois da captura; iv) dificuldade em identificar os itens alimentares na menor categoria taxonômica possível; v) extenso tempo de atividade laboratorial na triagem e quantificação dos itens alimentares; e vi) dificuldade em estimar o nível trófico de uma espécie.

A grande vantagem da análise de isótopos estáveis é que o número de indivíduos mínimo necessário para uma precisa caracterização trófica de uma espécie, em um determinado ambiente e período hidrológico, é extremamente reduzido ($n = 5$ indivíduos) quando comparado à análise dos conteúdos estomacais ($n \geq 50$ indivíduos). Considerando que em um projeto de monitoramento é necessário acompanhar as mudanças tróficas no tempo e entre os sítios, o método da análise dos isótopos estáveis demonstra ser a ferramenta mais eficiente, especialmente quando são contempladas espécies ameaçadas e/ou raras.

Nas últimas décadas, estudos com o método das análises de isótopos estáveis permitiram a identificação das fontes principais de energia e relações tróficas nas teias alimentares de ecossistemas aquáticos (e.g., ANDERSON; CABANA, 2007; LAYMAN *et al.*, 2011; FRANCE, 2012). As relações entre os isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) fornecem informações na estrutura das redes tróficas, na quantificação da onivoria, na amplitude de nicho, na identificação das fontes autotróficas e na construção de modelos de fluxo de energia. Neste sentido com esta metodologia podem ser geradas

métricas que são consideradas como indicadores de mudanças espaciais e/ou temporais de alterações ambientais (LAYMAN *et al.* 2007; DELONG *et al.*, 2011; JACKSON *et al.*, 2011).

De acordo com esta metodologia serão realizadas semestralmente (período de seca vs. período de cheia do rio) no trecho a montante e a jusante da futura barragem do empreendimento, amostragens para isótopos estáveis de 50 espécies de peixes mais abundantes pertencentes a diferentes níveis tróficos. Para cada espécie, quando possível, serão amostrados até cinco espécimes dos quais será dissecado da musculatura dorsal aproximadamente 2 g de tecido muscular. Os fragmentos de tecido serão acondicionados em tubos *Eppendorf*, etiquetados e encaminhados, sob refrigeração, ao laboratório para realização das análises.

A preparação das amostras para a análise de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ será de acordo com o protocolo proposto por Jacob *et al.* (2005). As amostras serão oxidadas e os resultantes CO_2 e N_2 serão analisados com um espectrômetro de massa conectado a um analisador de elementos.

Ecologia reprodutiva

Para o estudo da reprodução serão selecionadas após a primeira campanha de monitoramento 10 espécies de maior importância ecológica, comercial sendo no mínimo três da categoria “migradoras”. Para esta finalidade, em cada campanha e estação monitorada, os indivíduos de cada espécie alvo serão sexados, e as gônadas pesadas e atribuído macroscopicamente o estágio de maturação gonadal. A determinação do estágio de desenvolvimento gonadal será feita tendo como base as características de cor, transparência, vascularização superficial, flacidez, tamanho e posição na cavidade abdominal e, no caso dos ovários, o grau de visualização dos ovócitos. Será utilizada a escala de maturação gonadal constituída pelos estádios imaturo, em maturação, em reprodução, esgotado e em repouso, adaptado de Vazzoler (1996).

Análises de mercúrio

A coleta de material destinado à análise de mercúrio será realizada trimestralmente, em cinco pontos representativos da malha amostral definida para o monitoramento da ictiofauna (TP 03, LG TUC 01, AP 01, SB 01, TP 08). Em cada ponto serão coletados, quando possível, até cinco espécimes de seis espécies de importância comercial e alimentar, pertencentes a guildas tróficas distintas e com ampla distribuição ao longo do rio Teles Pires. Na eventualidade que não seja possível coletar uma espécie alvo, ou completar o número de amostras estabelecidas para a mesma, serão tomadas amostras de outras espécies de peixes da mesma categoria trófica, garantindo, portanto, em cada campanha, a análise de um total de 150 amostras.

Conforme parecer 007109/2013 COHID/IBAMA, *Zungaro zungaro*, *Brachyplatystoma filamentosum* e *Pharactcephalus hemiliopterus* são peixes comuns na pesca esportiva. Por essa razão e também por serem considerados migradores, essas espécies são alvo prioritário desse programa. Além destas, outras espécies mencionadas no EIA e no

Parecer 2478/2014 são aqui sugeridas: *Prochilodus britski*, *Prochilodus nigricans*, *Brycon falcatus*, *Brycon pesu*, *Mylolepis* spp., *Colossoma macropomum*, *Hisonotus luteofrenatus*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Hydrolycus armatus*, *Leporinus* spp., *Pseudoplatystoma punctifer*, *Pseudoplatystoma tigrinum*, *Pirinampus pirinampus*.e *Serrasalmus rhombeus*.

Logo após a captura, os peixes serão separados por ponto de coleta e, em seguida, pesados com balança digital (0,01 g) e medidos no comprimento total (0,1 cm). Amostras de músculo axial (20 a 30 g) serão obtidas através de incisão próxima à linha lateral, na altura da nadadeira dorsal. Os fragmentos de tecido serão acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e encaminhado, sob refrigeração, para um laboratório acreditado com avaliação de conformidade para realização de tais análises. As técnicas e análises laboratoriais serão informadas ao IBAMA imediatamente após a definição do laboratório.

Amostragens adicionais poderão ser realizadas em pontos específicos de corpos d'água localizados dentro das terras indígenas, de acordo com os resultados iniciais das campanhas de monitoramento da ictiofauna nessas localidades.

20.6.6 Ictioplancton

As amostragens do ictioplancton deverão atender às recomendações descritas no "Protocolo mínimo de amostragem do ictioplâncton de água doce para estudos de levantamento, inventário e monitoramento ambiental para implantação de empreendimentos hidrelétricos" (Anexo 20 – 2), elaborado a partir de discussões ocorridas no I Workshop de Ictioplâncton de Água Doce, como parte das atividades do XX Encontro Brasileiro de Ictiologia, realizado na cidade de Maringá – PR, no período de 27 de janeiro a 01 de fevereiro de 2013.

As amostragens serão realizadas utilizando uma rede de ictioplâncton com aro de 50 cm de diâmetro e comprimento de 1,5 m. A posição da rede ao longo da coluna de água será garantida com o auxílio de um peso para sustentação. A rede possui abertura de malhas de 300 µm, de modo a reter todos os ovos e larvas. A rede será equipada com um fluxômetro, com o qual será possível determinar a quantidade de água filtrada e com um copo coletor na sua extremidade posterior, no qual as larvas e ovos serão retidos.

Durante as amostragens, a rede será mantida contra a correnteza aproximadamente por 10 minutos, em uma canoa com o motor ligado em baixa aceleração, de modo a ficar com a proa direcionada para a montante do rio. Após a coleta, o material retido na rede será fixado em formalina a 10% tamponada, em frascos plásticos devidamente identificados. A metodologia proposta é adaptada a partir de outros trabalhos já realizados na Amazônia.

No laboratório, as amostras de ictioplâncton serão transferidas para álcool comercial 97% para a triagem. Neste procedimento, ovos e larvas serão separados e contados com o uso de microscópio-estereoscópico, sobre placa acrílica de Bogorov. Os ovos e as larvas serão quantificados e as larvas identificadas ao menor grupo taxonômico possível. O número de indivíduos por estágio de desenvolvimento será estimado. Os estágios de desenvolvimento serão classificados com base na presença ou ausência do saco

vitelínico e da flexão da notocorda, em quatro estágios, sendo: 1) com saco vitelínico/larval vitelínico; 2) pré-flexão; 3) flexão e 4) pós-flexão.

A densidade dos ovos e das larvas expressa em número de indivíduos/50 m³ será calculada por estação, estágio de desenvolvimento, ambiente e profundidade, seguindo a fórmula: Densidade (/50m³) = (número de larvas * 50)/volume de água filtrada (m³).

20.6.7 Análise dos dados

Abundância e estrutura da comunidade íctica

Em consequência do número de espécies observado em um sistema ser, frequentemente, um estimador viciado da riqueza real de espécies (SANTOS, 2003), será usado um estimador não paramétrico para estimar essa riqueza (CODDINGTON *et al.* 1991; Santos, 2003). A riqueza de espécies para toda a área de estudo será estimada através do procedimento Jackknife de primeira ordem com 1.000 aleatorizações. Esse método estima a riqueza total somando à riqueza observada a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras (aquelas que ocorreram apenas uma vez na amostra). Para analisar a eficiência das amostragens de espécies de peixe nos tipos de ambientes realizadas na área de estudo, será construída uma curva de acumulação de espécies usando a riqueza estimada pelo Jackknife de primeira ordem, com 1.000 aleatorizações, baseada no número de amostras (COLWELL *et al.* 2004).

Para testar se a riqueza de peixes é diferente entre os tipos de ambientes bem como entre estações e campanhas, será utilizada a metodologia de inferência por intervalo de confiança, também usando a riqueza estimada pelo Jackknife de primeira ordem (COLWELL *et al.*, 2004), onde os grupos só são considerados realmente diferentes quando os intervalos de confiança de um grupo não se sobrepõem às médias do outro. Todas estimativas serão calculadas no programa EstimateS (COLWELL, 2005).

Será utilizada a técnica de ordenação NMDS (*Non-metric Multidimensional Scaling*) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) para diferenciar a composição de peixes entre as diferentes estações, campanhas e tipo de ambiente. Será aplicado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para os dados de abundância. Esses dados serão previamente transformados (e.g. $\log(x+1)$) para minimizar o efeito de valores discrepantes (*outliers*). O valor do stress determinará a distância entre a ordenação e a matriz de dados originais. Quanto menor o valor do stress (<0,2), melhor representada é a matriz (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Em seguida, será realizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM) e PERMANOVA para testar a hipótese de não haver diferença entre os grupos de amostras (CLARKE; WARWICK, 1994) considerando os fatores: i) Estações; ii) Campanhas; e iii) Ambientes. Será considerado um nível de significância de 5%.

Para relacionar os dados bióticos com os dados abióticos será usado a análise BioEnv que revela quais os parâmetros mais importantes para a estruturação do padrão de distribuição observado na composição e abundância de espécies (CLARKE; AINSWORTH, 1993). Isto é realizado através da simples comparação multivariada da

concordância entre as duas matrizes de similaridade de dados bióticos e abióticos. A abordagem está relacionada com o teste de Mantel, onde uma matriz de dissimilaridade biológica (gerada pela DCA) é correlacionada com uma matriz de dissimilaridade das variáveis ambientais (DINIZ-FILHO & BINI, 1996; DINIZ-FILHO *et al.*, 1998). A matriz ambiental é construída usando números diferentes e combinações de variáveis ambientais.

A comparação da abundância e biomassa da comunidade será realizada entre os setores dentro de cada ambiente, usando a abordagem de curva de abundância e biomassa. Para isso será usado a estatística W, que consiste em uma sumarização numérica da curva ABC, cujos valores variam de -1 (curva de abundância sobre a de biomassa) e 1 (curva de biomassa sobre a de abundância) e as curvas de abundância de espécies ranqueadas e K-dominância, as quais permitem extrair informações sobre os padrões das abundâncias relativas das espécies, sem reduzir essa informação a uma estatística sumária, como os índices ecológicos (WARWICK, 1986).

Dinâmica de populações

Com base em dados de desembarque pesqueiro serão selecionadas cinco espécies comerciais de consumo dentre as mais capturadas para realizar estudos de dinâmica de população e avaliação de estoques.

A metodologia para o estudo da dinâmica populacional, a partir da estrutura em comprimento de cada espécie seguirá as diretrizes de Pauly (1980a) e Sparre e Venema (1997) e será aplicada para as espécies com maior abundância (pelo menos um total anual de >100 indivíduos por ano) e uma homogeneidade de dados mensais (indivíduos amostrados em todos os meses). Para aumentar o número de indivíduos poderão ser utilizados os dados de medidas de comprimento dos peixes monitorados no Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira.

Para o ajuste do modelo de crescimento, serão realizadas distribuições de frequência de comprimento, com todos os indivíduos das espécies selecionadas, coletados em todos os períodos, em todos os ambientes juntos. Nesses gráficos serão identificadas coortes, pela separação das curvas normais superpostas. O valor médio de cada uma das curvas normais corresponde à média do comprimento por classe etária (BHATTACHARYA, 1967). Estes valores serão ajustados para o cálculo dos parâmetros de crescimento (K e L_∞) do modelo de von Bertalanffy (1934). Adicionalmente, as distribuições de frequências de comprimento serão tratadas pela rotina ELEFAN I, MUNRO, FABENS e APPELDORN (GAYANILO *et al.*, 1994), do programa FiSAT, também para a obtenção dos parâmetros de crescimento corporal, e serão adotadas as estimativas mais próximas das encontradas na literatura para as espécies (quando cabível) ou para espécies de mesmo gênero ou família (quando não for encontrados trabalhos já publicados). Quando as estimativas apresentam valores aproximados será feita uma média para cada parâmetro, e esta será adotada.

As estimativas da mortalidade total para cada espécie serão feitas através das curvas de captura convertidas para comprimento. Esta curva de captura é a representação gráfica

do logaritmo dos indivíduos capturados nas amostras em função da idade ou do comprimento. A pendente da curva é a taxa de mortalidade, Z . Para as estimativas de mortalidade serão adotadas as estimativas mais próximas das encontradas na literatura para as espécies (quando houver) ou para espécies de mesmo gênero ou família (quando não houver trabalhos já publicados). Este parâmetro pode também ser estimado a partir de médias de tamanho, utilizando o modelo de Beverton e Holt (1956). A mortalidade natural será calculada pelos métodos empíricos de Pauly (1980).

Ecologia trófica

O efeito da assinatura isotópica dos diferentes consumidores será testado através da análise de variância, com a finalidade de detectar diferenças nos valores isotópicos entre as épocas do ano e os setores. Gráficos do tipo *dual plot* da assinatura isotópica do C e do N, relativos aos principais organismos coletados nos diferentes períodos e setores, serão usados a fim de se definir a estrutura trófica (*sensu* LAYMAN *et al.*, 2007). Modelos bayesianos gerados a partir das assinaturas isotópicas de carbono e nitrogênio serão utilizados para descrever e comparar a organização trófica entre os setores e os períodos. As principais métricas utilizadas serão: CR - variação da assinatura isotópica do carbono indicando a diversidade de nicho de uma comunidade; NR - variação da assinatura isotópica do nitrogênio representando a variação de nível trófico de uma comunidade; CD - média da distância euclidiana de todos os consumidores respeito ao centroide representando a diversidade trófica média de uma comunidade; MNND - distância média do vizinho mais próximo indicando a redundância trófica; e SDNND – desvio padrão da distância do vizinho mais próximo representando a equitabilidade do conjunto de espécies (ABRANTES *et al.*, 2013).

Ecologia reprodutiva

Para compreensão dos aspectos reprodutivos, as espécies alvo serão analisadas quanto ao Índice Gonadosomático (IGS%) que refere-se à contribuição percentual que o peso das gônadas representa do peso total do indivíduo e será calculado a partir da equação: $IGS\% = 100(Pg/Pt)$, onde: (Pg) é o peso da gônada e (Pt) o peso total do indivíduo (NIKOLSKY, 1963). Os valores de IGS% para cada espécie serão testados entre as estações e as campanhas através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H), com nível de significância de 5%, complementado pelo teste a posteriori de comparação múltipla (ZAR, 1999).

Os aspectos reprodutivos também serão avaliados, quando possível, por meio da proporção sexual entre machos e fêmeas e pela distribuição da frequência relativa dos estágios de maturação gonadal para ambos os sexos, baseado na escala macroscópica de Vazzoler (1996). A proporção sexual será estabelecida com base na frequência absoluta de machos e fêmeas e avaliada através do teste Qui-quadrado (χ^2), com nível de significância de 5%.

Dados do ictioplankton

As diferenças entre as campanhas, estações, ambientes, níveis de profundidade, e períodos do dia na densidade de ovos e larvas será avaliada usando um teste univariado de PERMANOVA com 999 permutações, a partir de uma matriz triangular gerada com distância Euclidiana (ANDERSON, 2001).

Será utilizada a técnica de ordenação NMDS (*Non-metric Multidimensional Scaling*) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) para diferenciar a composição de larvas entre as estações, campanhas e tipo de ambiente e o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para os dados de densidade. Esses dados serão previamente transformados (e.g., $\log(x+1)$) para minimizar o efeito de valores discrepantes (*outliers*). O valor do *stress* determinará a distância entre a ordenação e a matriz de dados originais. Quanto menor o valor do *stress* ($<0,2$), melhor representada é a matriz (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Em seguida, será realizada uma Análise de PERMANOVA para testar a hipótese de não haver diferença entre os grupos de amostras (CLARKE; WARWICK 1994) considerando os fatores: i) estações; ii) campanhas; iii) ambientes; níveis de profundidade, e períodos do dia. Será considerado um nível de significância de 5%.

Para relacionar os dados bióticos com os dados abióticos será usada a análise BioEnv que revela quais os parâmetros mais importantes para a estruturação do padrão de distribuição observado na composição e abundância de espécies (CLARKE; AINSWORTH 1993).

20.7 Indicadores

Para o PMI serão adotados como indicadores de desempenho:

- O número de estações amostrais efetivamente implantadas;
- O total de estações amostrais monitoradas em cada campanha;
- O número de campanhas concluídas com êxito.

20.8 Produtos

Serão apresentados relatórios semestrais em atendimento ao órgão ambiental, consubstanciando, sempre que possível, informações obtidas junto aos demais programas relativos ao monitoramento da Ictiofauna. Os relatórios também deverão contemplar informações referentes ao monitoramento da ictiofauna realizado no âmbito do Plano Básico Ambiental Indígena.

20.9 Interfaces com outros Planos e Programas

O Programa de Monitoramento da Ictiofauna terá interfaces diretas com o Programa de Investigação Genética da Ictiofauna, Programa de Resgate da Ictiofauna, Programa de

Repovoamento da Ictiofauna a Jusante, Programa de Telemetria e Marcação da Ictiofauna e o Programa de Transposição da Ictiofauna. Além disso, ações específicas decorrentes do Programa deverão contemplar as interfaces pertinentes com os seguintes programas ambientais:

- Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água: por meio do aporte de informações sobre aspectos limnológicos essenciais para manutenção e conservação da ictiofauna e de informações sobre a ocorrência de bancos de macrófitas utilizados com local de alimentação, reprodução e refúgio da ictiofauna.
- Programa de Interação e Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental: como meio de divulgação das ações planejadas e realizadas e conscientização da população ribeirinha e pescadores amadores, esportivos ou profissionais acerca da necessidade de proteção da ictiofauna, visando uma conscientização crítica sobre a problemática ambiental que envolve a ictiofauna em uma área sob impacto ambiental.

20.10 Parcerias Recomendadas

Para o Programa de Monitoramento da Ictiofauna recomenda-se o estabelecimento de parcerias com instituições de ensino e pesquisa que tenham interesse em receber o material testemunho coletado, objetivando incrementar coleções ictiológicas e o conhecimento sobre biologia e ecologia das populações de peixes do rio Teles Pires, bem como com empresa de consultoria com experiência em estudos de monitoramento de ictiofauna.

Recomenda contatos com a Universidade Federal do Pará (UFPA), notadamente nos seus laboratórios especializados em estudos sobre taxonomia e ecologia de ictiofauna, com o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), na área de taxonomia, além do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e o Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), dentre outros.

20.11 Equipe Técnica Envolvida

A equipe a ser formada para execução das atividades do Programa de Monitoramento da Ictiofauna deverá apresentar os seguintes profissionais:

- Biólogos seniores especialistas em biologia e ecologia de peixes;
- Biólogos plenos para processamento das amostras coletadas em campo;
- Biólogos plenos para processamento das amostras e análises laboratoriais do ictioplâncton;

- Biólogos juniores para coleta de campo e atividade laboratorial;

20.12 Referências Bibliográficas

ABRANTES, K. J.; BARNETT, A.; BOUILLON, S. 2013. Stable isotope-based community metrics as a tool to identify patterns in food web structure in east African Estuaries. *Functional Ecology*, 1365-2435.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. 1997. Reservatório de Segredo - Bases Ecológicas para o Manejo. COPEL/EDUEM/Nupelia. Maringá.

AGOSTINHO, A. A.; JULIO, H. F.; BORGHETTI, J. R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação: um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar* 14 (Suplemento). Marília.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1: 70-78.

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. 1995. The High River Parana basin: limnological and ichthyological aspects. Pp: 59-103, In *Limnology in Brazil*. TUNDISI, J. G. et al (eds.). Editora ABC/SBL, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro Brasil.

ANDERSON, C.; CABANA, G. 2007: Estimating the trophic position of aquatic consumers in river food webs using stable nitrogen isotopes. *Journal of the North American Benthological Society*, 26: 273–285.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. 1999. Rapid bio assessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macro invertebrates and fish. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington.

BARTHEM, R. B.; RIBEIRO, M. C. L. B.; PETRERE JR, M. 1991. Life strategies of some long distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon basin. *Biological. Conservation*, 55: 339-345.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. 1956. A review of the methods for estimating mortality rates in fish populations, with special reference to sources of bias in cath sampling rapp. *Rapports et process-verbaux des reunions/Conseil permanent international pour l'exploration de la mer*, 140: 67-83.

BHATTACHARYA, C. G. 1967. A Simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. 2003. Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil, 2ª ed. Disponível em <http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/>.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 1: 71-82.

CLARKE, K. R.; AINSWORTH, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 205–219.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 1994. *Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Bournemouth, Bourne Press, 128 p.

CLETO-FILHO, S. E. N. 2003. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. *Ciência Hoje. Jornal da Ciência*, 33: 72-75.

CODDINGTON, J. A.; GRISWOLD, C. E.; SILVA, D.; PEÑARANDA, E.; LARCHER, S. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. Pp: 44-60, In *The Unity of Evolutionary Biology*. DUDLEY, E. C. (eds.). Dioscorides Press.

COLWELL, R. K. 2005. *Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717-27.

DELONG, M. D.; THORP, J. H.; THOMS, M. C.; MCINTOSH, L. M. 2011. Trophic niche dimensions of fish communities as a function of historical hydrological conditions in a Plains river. *River Systems*, 19: 177–187.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. 1996. Assessing the relationship between multivariate community structure and environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 143: 303- 306.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, M. M. 1998. Explaining the beta diversity of aquatic insects in cerrado streams from Central Brazil using multiple Mantel test. *Revista Brasileira de Biologia, São Carlos - SP*, 58: 223 – 231.

EESM/JGP, 2014. Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna. Componente Indígena do Plano Básico Ambiental da UHE São Manoel, 3.11.2, 98 – 107.

EPE/LEME-CONCREMAT, 2010. Meio Biótico. In EPE/LEME-CONCREMAT. *Aproveitamento Hidrelétrico São Manoel – Estudo de Impacto Ambiental*. Ministério de Minas e Energia. Brasília, DF, Brasil.

FRANCE, R. 2012. Omnivory vertical food-web structure and system productivity stable isotope analysis of freshwater planktonic food webs. *Freshwater Biological*, 57: 787-794.

GAYANILO JR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1994. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) user guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 186 p.

JACKSON, A. L.; INGER, R.; PARNELL, A. C.; BEARHOP, S. 2011 Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER – Stable Isotope Bayesian Ellipses. *Journal of Animal Ecology*, 80: 595–602.

JACKSON, R. B.; CARPENTER, S. R.; DAHM, C. N.; MCKNIGHT, D. M.; NAIMAN, R. J.; POSTEL, S. L.; RUNNING, S. W. 2001. Water in a changing world. *Ecological Applications*, 11: 1027-1045.

JACOB, U.; MINTENBECK, K.; BREY, T.; KNUST, R.; BEYER, K. 2005. Stable isotope food web studies: a case for standardized sample treatment. *Marine Ecology Progress Series*, 287: 251-253.

JUNK, W. J.; NUNES DE MELLO, J. A. S. 1987. Impactos ecológicos das represas hidrelétrica na bacia amazônica brasileira. *Tübinger Geographische Studien*, 95: 367-385.

LAYMAN, C. A.; ARAUJO, M. S.; BOUCEK, R.; HAMMERSCHLAG-PEYER, C. M.; HARRISON, E.; JUD, Z. R.; MATICH, P. ROSENBLATT, A. E.; VAUDO, J. J. YEAGER, L. A. POST, D. M.; BEARHOP, S. 2011. Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools. *Biological Reviews*, 87: 1-18.

LAYMAN, C. A.; ARRINGTON, D. A.; MONTANA, C. G.; POST, D. M. 2007. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology*, 88: 42–48.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.

NIKOLSKY, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Press, 353 p.

PAULY, D. 1980a. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish Circ.*

SANTOS, A. J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. Pp: 19-41, In *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. CULLEN, L.; RUDRAN JR, R.; VOLLADARES-PADUA, C. (Orgs). UFPR, Curitiba, Brasil.

SCHAEFER, S. A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp: 375-400, In *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S.; LUCENA, C. A. S. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.

SCHOLZ, J. G.; BOOTH, D. B. 2001. Monitoring urban streams: strategies and protocols for humid-region lowland systems. *Environmental Monitoring Assessment*, 71: 143-164.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. 1997. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Manual. FAO, 404 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM, Maringá, Paraná, Brasil.

WARWICK R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. Marine Biology, 92: 557–562.

WELCOMME, R. L. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London.

WINEMILLER, K. O.; AGOSTINHO, A. A.; CARAMASCHI, E. P. 2008. Fish ecology in tropical streams. Pp: 107-146, In Tropical Stream Ecology. DUDGEON, D. (eds.). Editor Elsevier/Academic Press, San Diego, CA.

ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4ªed. New Jersey, Prentice-Hall, 663 p.

20.13 Cronograma Físico

A seguir é apresentado o cronograma do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, a ser executado na área de influencia da UHE São Manoel. Após o período de dois anos do enchimento do reservatório será efetuada uma avaliação das necessidades de continuidade deste programa.

25

20.14 Anexos

ANEXO 20 - 1

Mapa com as estações amostrais para o monitoramento da ictiofauna, incluindo os pontos previstos no Componente Indígena (EESM/JGP,2014).



ANEXO 20 - 2

Protocolo mínimo de amostragem do ictioplâncton de água doce para estudos de levantamento, inventário e monitoramento ambiental para implantação de empreendimentos hidrelétricos.



Protocolo mínimo de amostragem do icteoplâncton de água doce para estudos de levantamento, inventário e monitoramento ambiental para implantação de empreendimentos hidrelétricos

Este protocolo foi elaborado a partir de discussões ocorridas no I Workshop de Ictioplâncton de Água Doce, como parte das atividades do XX Encontro Brasileiro de Ictiologia, realizado na cidade de Maringá – PR, no período de 27 de janeiro a 01 de fevereiro de 2013, no qual estiveram presentes os principais pesquisadores da área de ecologia de icteoplâncton do Brasil, além de representantes do IBAMA, Furnas e de empresas de consultoria ambiental.

A elaboração deste protocolo teve por objetivo orientar ao IBAMA, e demais órgãos envolvidos no licenciamento ambiental, em relação aos protocolos mínimos de amostragem de ovos e larvas de peixes em ações de inventários, levantamentos e monitoramentos ambientais visando a instalação de empreendimentos hidrelétricos, como Usinas Hidrelétricas (UHEs) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Com a aplicação deste protocolo pretende-se regulamentar as amostragens espaciais e temporais de ovos e larvas de peixes de modo que gerem informações consistentes e confiáveis que possam subsidiar a avaliação dos possíveis impactos ambientais e a adoção de medidas mitigadoras.

Como disposto no título deste documento, esta é uma proposta de protocolo “mínimo” de amostragem e, desta maneira, esforços amostrais maiores que os dispostos neste documento são recomendáveis. Vale ressaltar que qualquer esforço amostral menor que aquele contido neste protocolo, levará à obtenção de dados insuficientes para uma boa análise dos impactos ambientais, podendo gerar danos irreversíveis a toda ictiofauna.

Sugerimos que a adoção deste protocolo seja realizada com a maior brevidade possível sendo revogadas as disposições anteriores. A equipe responsável pela elaboração deste protocolo foi composta pelos seguintes membros:

Dra. Andréa Bialetzki – Universidade Estadual de Maringá
Dr. David Augusto Reynalte-Tataje - Universidade Federal de Santa Catarina
Dr. Edinbergh Caldas de Oliveira - Universidade Federal do Amazonas
Dr. Evoy Zaniboni Filho - Universidade Federal de Santa Catarina
Dr. Gilmar Baumgartner – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Dra. Maristela Cavicchioli Makrakis - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Dr. Paulo Vanderlei Sanches - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Dr. Rosseval Galdino Leite – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Dr. William Severi – Universidade Federal Rural de Pernambuco



1 – Amostragem Espacial

As amostragens espaciais têm por objetivo determinar os locais de desova, transporte, desenvolvimento e alimentação das formas iniciais de desenvolvimento dos peixes. Portanto é de crucial importância amostrar os diversos biótipos presentes no trecho de estudo, como o canal principal do rio, lagoas marginais, tributários entre outros. Para a determinação dos pontos de amostragem deve-se levar em consideração o exposto a seguir:

- a) Para as amostragens de inventários e levantamentos ambientais em rios onde serão instaladas UHEs, a distribuição dos pontos de coleta deve ser determinada levando em consideração os gradientes longitudinais dentro da área do futuro reservatório (zonas lacustre, intermediária ou de transição e fluvial) e pontos a jusante da futura barragem e montante do futuro reservatório (pelo menos dois pontos a montante e dois a jusante). Também se devem amostrar os tributários que terão contribuição significativa para o reservatório devendo ser estabelecido um ponto próximo a sua foz e outro após a mistura com o rio principal (área de influência). No caso da existência de lagoas marginais estas também devem ser amostradas.
- b) Para as amostragens em monitoramentos ambientais em UHEs já instaladas, os pontos de coleta também deverão ser distribuídos com base na zonação longitudinal do reservatório (zonas lacustre, intermediária ou de transição e fluvial) e a jusante da barragem e a montante do reservatório (pelo menos dois pontos a jusante e dois a montante). No caso de existência de tributários, deve ser estabelecido um ponto próximo a sua foz (trecho lótico) e outro após a mistura com o reservatório (trecho lêntico).
- c) Para a determinação das estações de amostragem em ações de inventário e levantamento ambiental em áreas de futuras PCHs é necessário que sejam implantados pelo menos três pontos amostrais, sendo um na área do corpo central do futuro reservatório, um a montante da mesma e outro a jusante da futura barragem. No caso da presença de tributários, devem ser inseridos pontos nestes rios, o mesmo sendo aplicável ao trecho de vazão reduzida quando for o caso.
- d) Para as ações de monitoramento em áreas com PCHs já instaladas, a determinação dos pontos amostrais deve seguir a mesma recomendação para as ações de inventário e levantamento ambiental. No caso de existência de tributários, deverão ser estabelecidas estações tanto na região lótica como na lêntica das reentrâncias correspondentes aos mesmos.
- e) Nas amostragens para inventários, levantamentos e monitoramentos, tanto em UHEs como em PCHs a serem instaladas ou já existentes, os pontos de coleta deverão ser



representativos dos biótopos relevantes à dinâmica reprodutiva como, por exemplo, canais de lagos, lagoas marginais, planícies alagáveis (várzeas), praias, barrancos, remansos, canais secundários e tributários em confluência com o rio principal da região foco do estudo, região marginal etc. Para trechos iguais ou superiores a 100 km estabelecer pelo menos 04 subáreas de amostragens representativas dos biótopos e da dinâmica reprodutiva.

- f) Nas amostragens para inventários e levantamentos ambientais os pontos de coleta deverão ser dispostos em transectos de acordo com a largura e características batimétricas do rio a ser amostrado, sendo no mínimo uma estação em cada margem e uma no meio da calha. Para rios com mais de 500 metros de largura deverá ser incluído mais de uma estação na calha do rio.

2) Amostragem Temporal

As amostragens temporais (horário de amostragem, meses e estações do ano) são importantes para a determinação dos períodos de maior intensidade reprodutiva dos peixes. Para as amostragens em escala temporal, tanto para ações de inventário e levantamento como de monitoramento, deverá seguir o disposto abaixo:

- a) As amostragens para inventários e levantamentos devem ser realizadas mensalmente por um período de um ano, com coletas diurnas e noturnas em todos os pontos de amostragem determinados. Para os monitoramentos, as amostragens deverão ser realizadas também mensalmente, no período diurno e noturno em todos os pontos de coleta e realizadas durante pelo menos quatro meses na época de reprodução, identificada no inventário e/ou levantamento.
- b) Para as ações de monitoramento, deverão ser realizadas trimestralmente variações nictemerais na superfície e fundo dos pontos mais representativos (definidos pelo inventário e/ou levantamento), com intervalo máximo de 6 horas, com pelo menos duas amostragens noturnas e duas diurnas.



3) Considerações relevantes:

Fazem-se necessárias ainda algumas considerações relevantes válidas para as ações de inventário, levantamento e monitoramento ambiental, conforme segue:

- a) Para a realização das amostragens devem ser consideradas as peculiaridades de cada região a ser estudada, como velocidade de fluxo, profundidade e biótopos, ficando a critério do pesquisador a utilização dos equipamentos de amostragem mais adequados para a realização da coleta dos organismos.
- b) Recomenda-se a amostragem de bancos de areia (praias), áreas marginais com ou sem cobertura vegetal, utilizando-se metodologias apropriadas (por exemplo, picarés, peneirões ou metodologias correspondentes), a fim de se capturar organismos (ovos, larvas e/ou juvenis) que possam ocupar estes ambientes. Sugere-se que sejam realizadas amostragens em triplicata.
- c) O tempo de arrasto das redes de plâncton deverá ser de acordo com as características de transporte de matéria orgânica de cada ambiente analisado, sendo recomendado no mínimo 5 minutos de exposição do aparelho de coleta.
- d) Para fins de análises comparativas, recomenda-se a padronização das abundâncias dos organismos capturados nos arrastos com redes de plâncton (superfície e fundo) pelo volume de 10m³ de água filtrada. A fim de se determinar os sítios de desova, transporte (deriva) e desenvolvimento (berçários), os organismos capturados devem ser quantificados de acordo com o seu grau de desenvolvimento ontogênico, em período embrionário (ovos), larval (larvas) e juvenil inicial. O período larval deve ser classificado em estágios: larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão, de acordo com o preconizado em Nakatani et al. (2001) (referência em anexo).
- e) A identificação dos organismos capturados deve ser realizada ao menor nível taxonômico possível (no mínimo em nível de Família) e em caso de dúvidas ou impossibilidade de identificação pelo executor do estudo, o material deverá ser enviado para especialista de reconhecida capacidade e com elaboração de laudo técnico.
- f) Recomenda-se a obtenção de informações sobre cota mensal de nível e vazão, largura e profundidade média do canal e velocidade da corrente a fim de estimar o transporte do ictioplâncton em pontos estratégicos da área investigada.
- g) A fim de se verificar possíveis relações entre os organismos e o ambiente, recomenda-se a mensuração de algumas variáveis abióticas como oxigênio dissolvido, turbidez, pH, condutividade elétrica e temperatura da água em cada estação de amostragem estabelecida, além de dados sobre a pluviosidade e nível fluviométrico durante o período de estudo.



Referência:

Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S.. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, Eduem, 379p.