



MMA/IBAMA/DICAD  
CT 02001.009625/2013-85  
Origem: Companhia Hidrelétrica  
Teles Pires SA  
Data: 28/05/2013



Cuiabá, 24 de Maio de 2013.

**Carta CHTP – 134/2013**

**Ao**  
**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**  
**Coordenadoria Geral de Infraestrutura de Energia Elétrica.**  
**Sr. THOMAZ MIAZAKI DE TOLEDO**  
**C/C Sra. MÔNICA CRISTINA CARDOSO DA FONSECA**  
**Coordenadora de Energia Hidrelétrica**  
**Brasília - DF**

**Ref:** Processo IBAMA Nº 02001.006711/2008-79 - Usina Hidrelétrica Teles Pires.

**CNPJ:** 12.810.896/0001-53

**Assunto:** Inclusão da metodologia de marcação/recaptura no plano de trabalho do Programa de Monitoramento da Ictiofauna – P.25.

Senhor (a) Coordenador (a):

Tendo em vista a proposta de intensificação da marcação/recaptura de peixes, formalizada através da Carta CHTP 051/2013, vimos através desta encaminhar a revisão do Plano de Trabalho do Programa de Monitoramento da Ictiofauna executado pela empresa Mapsmut contemplando a inclusão da metodologia.

Faz parte deste documento:

**Anexo I:** Plano de Trabalho revisado do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

Sendo assim, certos de estarmos atendendo à referidas condicionante, permanecemos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

**Companhia Hidrelétrica Teles Pires**

**Marcos Azevedo Duarte**

**Diretor Ambiental**

**Companhia Hidrelétrica Teles Pires S/A.**

Rua Lauro Muller, 116 sala 508 – Ed. Rio Sul Center – Tel. (21) 3253-0353 ou 3251-0252 – Botafogo – CEP. 22.290-160 – Rio de Janeiro, RJ.  
Av. Airton Senna, s/n – Tel. (66) 3563-1465 – Centro - CEP.78.590-000 - Paranaíta – MT

Cuiabá, 24 de Maio de 2013.

**Carta CHTP – 134/2013**

**Ao**

**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**  
**Coordenadoria Geral de Infraestrutura de Energia Elétrica.**

**Sr. THOMAZ MIAZAKI DE TOLEDO**

**C/C Sra. MÔNICA CRISTINA CARDOSO DA FONSECA**

**Coordenadora de Energia Hidrelétrica**

**Brasília - DF**

**Ref:** Processo IBAMA N° 02001.006711/2008-79 - Usina Hidrelétrica Teles Pires.

**CNPJ:** 12.810.896/0001-53

**Assunto:** Inclusão da metodologia de marcação/recaptura no plano de trabalho do Programa de Monitoramento da Ictiofauna – P.25.

Senhor (a) Coordenador (a):

Tendo em vista a proposta de intensificação da marcação/recaptura de peixes, formalizada através da Carta CHTP 051/2013, vimos através desta encaminhar a revisão do Plano de Trabalho do Programa de Monitoramento da Ictiofauna executado pela empresa Mapsmut contemplando a inclusão da metodologia.

Faz parte deste documento:

**Anexo I:** Plano de Trabalho revisado do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

Sendo assim, certos de estarmos atendendo à referidas condicionante, permanecemos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

---

**Companhia Hidrelétrica Teles Pires**

Marcos Azevedo Duarte

Diretor Ambiental



## **Anexo I**

### **Plano de Trabalho revisado do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.**

**Companhia Hidrelétrica Teles Pires S/A.**

Rua Lauro Muller, 116 sala 508 – Ed. Rio Sul Center – Tel. (21) 3253-0353 ou 3251-0252 – Botafogo – CEP. 22.290-160 – Rio de Janeiro, RJ.

Av. Airton Senna, s/n – Tel. (66) 3563-1465 – Centro - CEP.78.590-000 - Paranaíta – MT

[www.uhetelespires.com.br](http://www.uhetelespires.com.br)

PROPOSTA DE CONSULTORIA EM PESQUISA - ICTIOFAUNA

<b>TÍTULO DA PROPOSTA:</b>	Monitoramento dos aspectos biológicos da ictiofauna na porção Norte do Estado de Mato Grosso, Bacia do rio Teles Pires, área de abrangência da Usina Hidrelétrica Teles Pires.
<b>PERÍODO</b>	<b>INÍCIO:</b> MOVEMBRO 2012 <b>TÉRMINO:</b> OUTUBRO 2015
<b>COORDENADORA TÉCNICA</b>	DRA SOLANGE APARECIDA ARROLHO
<b>COORDENADOR ADMINISTRATIVO</b>	BIÓLOGO ESP. ROSALVO DUARTE ROSA
<b>COORDENADOR EXECUTIVO</b>	ENG. FLORESTAL AYSLANER VITOR GALLO DE OLIVEIRA
<b>EQUIPE TÉCNICA</b>	Biólogo Mestrando James Machado Bilce – UNEMAT Bióloga Especialista Andréia Aparecida Franco – UNEMAT Biólogo Esp. Reginaldo Carvalho dos Santos – UNEMAT
<b>COLABORADORES</b>	Dr. Alberto Akama Dr <sup>a</sup> Elineide Eugênio Marques - UFTO Dr. Luciano Montag – UFPA Dr. Wolmar Benjamin Wosiacki - MPEG
<b>ENTIDADE EXECUTORA:</b>	MAPSMUT: TECNOLOGIA, NATUREZA E SOCIEDADE EM PARCERIA COM LIAM: LABORATÓRIO DE ICTIOLOGIA DA AMAZÔNIA MERIDIONAL - UNEMAT

## 1. INTRODUÇÃO

A UHE TELES PIRES será localizada na região do médio Teles Pires, na divisa dos estados de Mato Grosso e do Pará, a 330 km de distância da junção com o rio Juruena, ponto onde se forma o rio Tapajós. A potência instalada será de 1.820 MW, com um reservatório de área aproximada de 152 km<sup>2</sup>, onde a operação será a fio d'água, ou seja, não haverá variação do nível da água do reservatório.

Sabe-se que as comunidades de um reservatório são originárias do rio anteriormente interceptado, e que apresentam notável instabilidade nos primeiros anos de represamento. Elas sofrem, ainda, as influências das alterações limnológicas. Assim, estes ambientes requerem um acompanhamento assíduo de suas populações podendo, inclusive, haver necessidade de se realizar manejo destas, a partir de dados levantados antes, durante e após a formação do novo ecossistema. Pelo fato dos efeitos na comunidade de peixes ocorrerem em outros locais além do reservatório, como trechos a montante e a jusante deste, propõe-se, também, que sejam monitorados estes locais.

A disponibilidade de conhecimentos detalhados sobre as comunidades de peixes é importante para o direcionamento das ações referentes à conservação da ictiofauna. Além disso, as mudanças nas comunidades de peixes provocadas pelo empreendimento só poderão ser adequadamente entendidas se os padrões básicos forem definidos, previamente às alterações impostas pelo barramento, a fim de possibilitar comparações futuras. Contudo há pressões ambientais atuais movidas por um ritmo acelerado de devastação de áreas florestais e alterações generalizadas em sistemas aquáticos, na forma de poluição, assoreamento e barramentos (Zuanon, 1999) o que pode por vezes causar a extinção de espécies.

Com a saturação da matriz hidrelétrica do sul e sudeste, a região amazônica tem sido cada vez mais assediada para a implantação de grandes empreendimentos energéticos. Atualmente, há projetos para a construção de usinas em quase todas as grandes bacias hidrográficas do norte, um processo que, se consumado, promoverá profundas transformações de ordem social, econômica e ambiental na região. Essa perspectiva expressa e urgente necessidade de compreender os impactos dos represamentos nos ecossistemas amazônicos. Tal entendimento permitirá a apreciação dos custos socioambientais advindos da atividade e orientará, por conseqüência, a tomada de medidas de manejo e mitigação apropriadas. Da mesma forma, somente uma profunda compreensão desse contexto permitirá decidir se o uso da Amazônia como fonte de eletricidade barata e, de fato, uma atividade sustentável em curto e longo prazo (Agostinho *et al.*, 2009).

A fauna de peixes de água doce da América do Sul é a mais rica e diversificada do planeta, contendo aproximadamente 60 famílias, várias centenas de gêneros e, provavelmente, em torno de 5.000 espécies (Castro, 1999). No Brasil, cerca de 85% das espécies são peixes primariamente de água doce (Uieda, 1989). Já Reis *et al.* (2003) indicaram 1800 e Buckup *et al.* (2007) 1443 espécies. Desta forma, a Bacia Amazônica é conhecida como a mais rica, diversa e espetacular em espécies de peixes de água doce do mundo.

Diversos aspectos da biologia dos peixes do rio Teles Pires são ainda pouco conhecidos. Desta maneira, a ampliação dos conhecimentos básicos sobre a estrutura de suas comunidades de peixes constitui um importante programa para subsidiar as ações de conservação e manejo da ictiofauna regional. Estudos demonstraram que ocorrem na bacia do Teles Pires cerca de 100 espécies, distribuídas nas ordens Characiformes, Siluriforme, Perciformes, Gymnotiformes, Synbranchiformes. Sendo a fauna ictiológica de

pequeno porte diversificada, e possuindo espécies potencialmente exploráveis para aquicultura, porém pouco estudadas (Camargo *et al.*, 2005; Smerman, 2007; Godói, 2008).

Nos estudos sobre comunidades naturais de peixes há muitas abordagens, decorrentes do grande número de fatores que parecem importantes para sua estrutura. No entanto, alguns postulados empíricos estão sendo confirmados por pesquisas que se complementam e reincidentem em conclusões semelhantes sobre padrões ecológicos em comunidades de peixes. Um exemplo desse tipo de consenso é o período de defeso (piracema) que depende a manutenção das condições adequadas para a persistência da ictiofauna em determinado local. Muitos fatores, inclusive a presença de vegetação ciliar, influenciam na disponibilidade de alimento e micro habitats para a consumação do modo de vida das espécies, mais acentuadamente durante o processo reprodutivo para perpetuação das espécies (Caramaschi *et al.*, 1999).

Aspectos de reprodução de peixes, baseados na maturação gonadal e na utilização de indicadores quantitativos, têm servido de parâmetros para o entendimento ecológico do papel desempenhado pelas espécies de um ambiente aquático, e ainda possibilitando não só o entendimento dos mecanismos que envolvem a perpetuação das espécies como também fornecem subsídios para a compreensão do uso que essas espécies fazem de um sistema ou área, bem como para a administração pesqueira e para a aquicultura (Dias *et al.*, 1998; Rodrigues *et al.* 2008).

Os peixes são realmente uma grande riqueza biológica da Amazônia, porém muitos estudos são necessários para que este recurso seja utilizado em todo o seu potencial (Goyareb, 1994). O conhecimento científico de processos e mecanismos de funcionamento é fundamental para promover programas de conservação e recuperação (Tundisi *et al.*, 2006). A necessidade de se proteger (resguardar) as espécies no período de reprodução, impondo limites mais restritivos sobre a pesca, decorre da propriedade de bem público deste ativo ambiental.

Entre as espécies catalogadas pelo IBAMA junto aos pescadores, pode-se verificar que no rio Teles Pires e em seus afluentes, a maioria das espécies é nativa. Essa característica favorece altos índices de diversidade e integridade biológica para o sistema. Vários fatores influenciam a diversidade das espécies no caso dos grandes rios e dos reservatórios, como a morfologia, o tamanho, a manutenção da cobertura vegetal das margens, a presença de tributários e a introdução de espécies exóticas.

O Programa de Ictiofauna proposto terá um caráter de monitoramento, visto que deverá acompanhar as alterações nos trechos a montante e a jusante, além das que ocorrerão no próprio reservatório e, também, de manejo da ictiofauna, uma vez que estão previstos a instalação de sistema de transposição pela barragem e resgates de peixes por ocasião do desvio de segunda fase e quando da manutenção das turbinas. Há, ainda, outras medidas de conservação da ictiofauna e dos recursos pesqueiros, como por exemplo, a preservação de áreas de desova, o repovoamento com espécies autóctones, etc., que só deverão ser adotadas após o amplo conhecimento das condições ictiológicas do sistema e de avaliada a real necessidade. As águas interiores tendem a ser os primeiros habitats aquáticos a sofrerem degradação antrópica em decorrência da escolha dos homens em se fixarem nas áreas às margens dos rios, e utilizar os recursos hídricos para diversas finalidades. A fragmentação desses habitats, incluindo a construção de barragens e canalização dos rios, provoca perdas ou mudanças em seus ambientes naturais, exigindo adaptações das comunidades às novas condições ambientais, em função das transformações da hidrodinâmica original, que afetam diretamente a biodiversidade dos sistemas

O equilíbrio entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico é de fundamental importância para que haja a coexistência e permanência de ambos.

## 2. JUSTIFICATIVA

Os reservatórios são ambientes artificiais, intermediários entre rios e lagos, apresentando características morfológicas e hidrológicas distintas, como alta taxa de renovação da água e uma organização vertical e horizontal bem característica, na qual sua evolução depende de inúmeras variáveis em escala espacial e temporal (MARGALEF, 1975 *apud* FILHO, 2006).

Os reservatórios são sistemas complexos que apresentam um padrão dinâmico em seus mecanismos de funcionamento. Os sistemas terrestres e aquáticos da área de influência, bem como os rios em que os reservatórios estão inseridos, são alterados efetivamente em seus fluxos hídricos quando submetidos às interferências antrópicas.

Da construção de um reservatório decorrem mudanças que produzem uma completa reorganização dos elementos que compõem o ecossistema, num curto espaço de tempo. Diante disto, é necessário, não só acompanhá-las, mas desenvolver mecanismos de previsão e prevenção para controle de eventuais desequilíbrios, bem como para conhecimento científico destes ecossistemas e das interações com a bacia hidrográfica e com os sistemas a jusante e a montante, efetuando assim, uma abordagem sistêmica para um melhor gerenciamento ambiental.

Com o barramento de um rio, a montante da usina se forma três áreas bem distintas: uma área lântica, próxima a barragem, onde predominam espécies sedentárias ou residentes; uma área de transição, entre reservatório e rio; e uma área lótica, com intensa influência do rio principal (PROTAN; CAR, 1987 *apud* CHESF/UFRPE, 2003).

Com isso, cada ambiente formado apresenta elementos próprios que o distingue dos demais, e o tipo e intensidade dos impactos ambientais dependerão de diversos fatores, entre os quais se destacam as características geológicas e biológicas de cada área, resultando que cada empreendimento irá interferir de forma peculiar no ambiente (CEMIG, 1995).

Grandes obras hidráulicas produzem impactos sobre o meio ambiente. Um deles é a barreira física imposta através da barragem, podendo isolar algumas comunidades de organismos aquáticos. A barragem altera a dinâmica do rio, podendo em alguns casos modificar a qualidade da água e também constituir obstáculo aos movimentos migratórios destes organismos.

Dentre os impactos sofridos pela ictiofauna de uma bacia em virtude da construção de uma barragem, estão: alteração da intensidade, duração e épocas das cheias; comprometimento dos criadouros naturais; interrupção do fluxo migratório das espécies de piracema, comprometendo a ocorrência das mesmas na região; modificação na estrutura das comunidades, favorecendo o desenvolvimento de espécies características de ambientes lânticos, em detrimento das espécies reofílicas; redução da diversidade de espécies em decorrência da diminuição da diversidade de habitats; comprometimento do fluxo de sedimentos e nutrientes; perturbação dos ecossistemas aquáticos e hidrológicos a jusante, incluindo estuários; redução generalizada da biomassa pesqueira (GARAVELLO, 1994; FISCHER, 1994).

Após o enchimento de um reservatório, as populações de peixes existentes a montante sofrem o impacto inicial com a mudança do ambiente lótico para lêntico. Desse modo, ocorrerão alterações ao nível de populações de acordo com a capacidade de adaptação de cada espécie às novas condições (CEMIG, 1995).

O grau de impacto na diversidade biológica está relacionado às características da fauna local, à localização da barragem, os padrões de circulação, a profundidade da área, a presença de outras barragens a montante e aos procedimentos operacionais do reservatório. Desta forma, poderão ocorrer alterações significativas na estrutura das comunidades e assembléias de peixes, com a proliferação de espécies sedentárias e a redução ou mesmo eliminação das espécies migradoras (AGOSTINHO, 1995 *apud* SMITH *et al.*, 2002).

Desse modo, reservatórios hidrelétricos são ecossistemas aquáticos continentais particularmente diferentes em sua formação e geomorfologia, e muito mais dinâmicos em suas características ambientais que os reservatórios para abastecimento público ou lagos naturais, nos quais a escala temporal é geológica e os processos de sucessão ecológica e eutrofização são bem mais lentos.

Portanto, as características inerentes aos reservatórios hidrelétricos definem a configuração a ser adotada por programas de monitoramento ambiental. Estes são de natureza contínua e incorporam componentes físicos, químicos e biológicos, bem como suas interrelações. Programas dessa natureza muitas vezes necessitam de anos de execução (levantamento e análise de dados) para que sejam efetivos na compreensão dos fenômenos e da dinâmica ecossistêmica inerentes a cada ambiente, trazendo resultados concretos e aplicáveis em possíveis intervenções ambientais.

Diante destas questões, esforços são dispensados às comunidades que sofrem impactos em função da implantação de obras hidráulicas. Além das funções ecológicas que estas comunidades apresentam, desempenham ainda importante papel nos contextos econômico e social, proporcionando trabalho e renda a muitas comunidades humanas ribeirinhas, sendo a pesca uma atividade tradicional na Região.

O nível de impacto dos represamentos sobre a comunidade íctica é influenciado pelas características locais da biota e do próprio reservatório (como, por exemplo, morfologia, contorno, profundidade, regime de operação). As alterações ocasionadas pelos barramentos são refletidas na riqueza, composição e abundâncias das espécies (BONNER & WILD, 2000), com proliferação de algumas espécies sedentárias e redução local ou regional de outras (AGOSTINHO, 1992; AGOSTINHO, 1994, AGOSTINHO *et al.*, 1999).

No levantamento realizado pelo EIA-RIMA da UHE Teles Pires (EPE/LEMECONCREMAT, 2009), foram registrados 218 espécies de peixes, distribuídas em 30 famílias e 7 ordens. Dentre estas espécies, 31 espécies são consideradas migradoras e 26 são consideradas fortemente reofílicas. Nos estudos realizados pela empresa JGP Consultoria e Participações Ltda., na região do rio Teles Pires (anos de 2007 e 2008), foram identificadas 209 espécies, distribuídas em 32 famílias e 6 ordens. Do total das 209 espécies coletadas, 29 (14%) são consideradas migradoras e estão distribuídas em 3 ordens (14 espécies são da ordem Characiformes, 13 são Siluriformes e 2 pertencem a ordem Perciformes).



Para as espécies migradoras ou de piracema (reofílicas), as barragens constituem, em sua maior parte, obstáculos intransponíveis, alterando, ou mesmo impedindo o recrutamento em suas populações. Devido ao seu maior tamanho e sua maior abundância (NORTHCOTE, 1978), os peixes migradores (ou de piracema) são os mais importantes e apreciados para a pesca profissional (GODINHO, 1993) e amadora (POMPEU & MARTINEZ, 2006). No caso dos rios Teles Pires, Apiacás e São Benedito, o estudo de viabilidade das UHEs realizado pela EPE (2009) indica que as espécies de migradores servem como importante fonte de alimento para a população local, sendo utilizadas para subsistência e comercialização. Conseqüentemente, as alterações ecológicas causadas pelas barreiras artificiais poderão ser observadas na alteração da produtividade pesqueira. Nesse sentido, é de fundamental importância o monitoramento das variações em escala temporal e espacial das comunidades de peixes.

Em relação à bioacumulação de metais, é conhecido que os peixes são concentradores naturais de mercúrio, absorvendo-o diretamente da água através das suas membranas branquiais e pela alimentação. Entretanto, a quantidade acumulada nos peixes depende da quantidade ingerida de alimento contaminado, da idade, do tamanho e principalmente do seu nível trófico, uma vez que ocorre acúmulo maior de mercúrio em peixes carnívoros (SOUZA & BARBOSA, 2000). Uma vez lançado no sistema aquático na sua forma química metálica, o mercúrio tende a ir para o fundo, sendo as áreas encachoeiradas do rio Teles Pires as regiões de maior probabilidade de deposição.

O monitoramento da ictiofauna possibilitará compreender como o sistema funciona na atualidade, isolando efeitos antecedentes às atividades de implantação da UHE Teles Pires, identificando a dimensão dos impactos e elaborando propostas para mitigar os efeitos causados ao longo dos anos pelo barramento. A implantação desse tipo de empreendimento normalmente resulta em alteração estrutural e funcional na comunidade de peixes, que se estabiliza após um período de resiliência.

As eventuais medidas de manejo para a conservação da biodiversidade, transposição da ictiofauna e manutenção da atividade pesqueira na área de influência direta (AID) do empreendimento poderão ser propostas com base nos resultados obtidos no presente Programa.

O Programa de Monitoramento da Ictiofauna visa identificar os sítios de desova e reprodução (zonas de recrutamento e crescimento); acompanhar os índices ecológicos da comunidade; quantificar a bioacumulação de metais nas espécies, principalmente nas piscívoras (topo de cadeia); caracterizar a biologia alimentar das espécies e os aspectos reprodutivos, de maneira a atender aos impactos “Interferência em Rotas Migratórias para a Ictiofauna”, “Alteração da Estrutura Populacional da Ictiofauna” e “Contaminação da Cadeia Alimentar por Mercúrio”, citados no EIA-RIMA da UHE Teles Pires (EPE/LEME-CONCREMAT, 2009).

Cabe mencionar, ainda, que este Programa atende à condição de validade No 2.1. da LP nº386/2010, de 13 de dezembro de 2010, e considera as recomendações do Parecer Técnico nº111/2010 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 10 de dezembro de 2010, mais especificamente os itens 9.19 e 9.19.1.

### 3. OBJETIVOS

Este Programa tem como objetivo principal gerar informações que permitam avaliar as alterações na estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da comunidade íctica, visando acompanhar a evolução da

mesma decorrente das mudanças associadas à implantação da UHE Teles Pires. A execução deste programa subsidiará a proposição de um eventual sistema de Transposição para Ictiofauna (P.28), bem como norteará a necessidade ou não de ações de repovoamento da ictiofauna a Jusante (P.27).

**Os objetivos específicos deste Programa são:**

3.1. Inventariar a ictiofauna da bacia do rio Teles Pires, incrementando o conhecimento taxonômico dessa fauna;

3.2. Monitorar as alterações na comunidade íctica no reservatório, a jusante e a montante do eixo da UHE Teles Pires, antes, durante e após a formação do reservatório;

3.3. Identificar e quantificar os teores de mercúrio total (Hg-T) e metil mercúrio (MeHg) principalmente nas espécies piscívoras de topo de cadeia, propondo medidas mitigadoras ou compensatórias;

3.4. Auxiliar na identificação das rotas de migração reprodutiva ou trófica, e as zonas de recrutamento e crescimento;

3.5. Elencar medidas de conservação para a ictiofauna.

#### **4. METAS**

Gerar dados referenciais sobre o padrão estrutural da ictiofauna na área de influência direta (AID) da UHE Teles Pires, com base na avaliação das alterações na estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da comunidade íctica. Esses dados serão avaliados tanto em escala espacial como temporal.

#### **5. METODOLOGIA**

##### **5.1. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo do Programa de Monitoramento da Ictiofauna está inserida na área de influência direta (AID) e na área de influência indireta (AII) definidas no EIA-RIMA da UHE Teles Pires (EPE/LEME – CONCREMAT, 2009), atendendo às recomendações do Parecer Técnico N°111/2010 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Essas áreas incluem as regiões a montante e a jusante do eixo do barramento. É importante ressaltar que essas áreas serão afetadas de modo distinto.

A AID inclui a região a jusante, entre o remanso do AHE São Manoel até o eixo do barramento, na cachoeira Sete Quedas, e a região a montante do reservatório, até a altura da foz do rio Santa Helena.

##### **5.2 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA**

Os 08 (oito) pontos de coleta, preferencialmente, devem ser os mesmos que os estudados anteriormente na linha base do EIA-RIMA da UHE Teles Pires (EPE/LEMECONCREMAT, 2009). Adicionalmente, outros 02 (dois) pontos devem ser incluídos na malha amostral, um no rio São Benedito e outro no rio Apiacás, totalizando 10 pontos de amostragem (Figura 01). A inclusão desses dois pontos foi recomendada no Parecer Técnico N° 111/2010 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, pois os mesmos são possíveis locais de migração para reprodução das espécies de peixes.

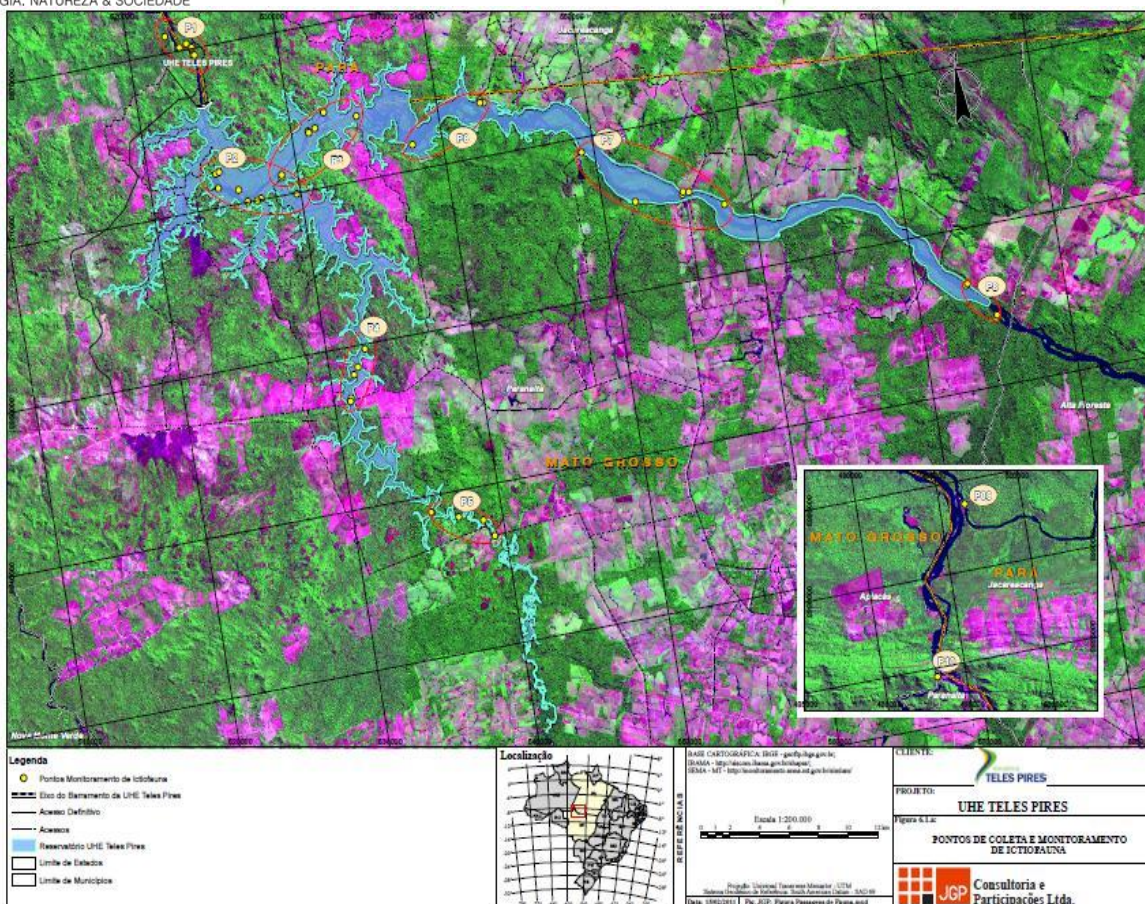


Figura 01. Mapa de amostragem do monitoramento da ictiofauna para a área de abrangência da UHE Teles Pires.

Ressalta-se que uma das margens do rio São Benedito (margem direita) e do rio Apiacás (margem esquerda) localizam-se na Terra Indígena Kayabi (TI Kayabi). Entretanto, para execução dos trabalhos nestas localidades, o acesso aos rios poderá ser feito sem obrigatoriamente adentrar a TI Kayabi, sendo os acessos aos pontos de coleta realizados pelas margens esquerda do rio São Benedito e direita do rio Apiacás. Ainda assim, ressalta-se a necessidade de comunicação às comunidades indígenas sobre a execução dos monitoramentos, antes da realização das campanhas de campo.

Os pontos de coleta estão apresentados a seguir no **Quadro 1**, com as respectivas descrições do entorno das áreas.

Quadro 1- Rede amostral para monitoramento da ictiofauna incluindo os pontos analisados durante o levantamento do EIA-RIMA – EPE/LEME-CONCREMAT (2009) e os novos pontos recomendados no Parecer Técnico nº 111/2010 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA

Pontos de coleta	Localização	Descrição da área
<b>Ponto 1</b>	Rio Teles Pires, jusante das corredeiras “Sete Quedas”	Localizado a jusante da última queda das corredeiras de “Sete Quedas”. Área de remansos, corredeiras, próxima à saída de dois igarapés de porte.
<b>Ponto 2</b>	Rio Teles Pires, montante das corredeiras “Sete Quedas”	Localizado imediatamente a montante das corredeiras de “Sete Quedas”, com presença de remansos. São observados trechos de florestas aluviais, com predomínio de vegetação rala, dominada por plantas de crescimento rápido. É observada também floresta mais madura, com maior diversidade de árvores.

Pontos de coleta	Localização	Descrição da área
<b>Ponto 3</b>	Rio Teles Pires, jusante das Corredeiras do Jaú	Localizado próximo às corredeiras do Jaú, na porção a jusante. São observados trechos de corredeira, rápidos e remansos de corredeiras. Há locais em que ilhas fluviais dividem o rio, formando diversos canais que às vezes se confundem com a desembocadura de igarapés.
<b>Ponto 4</b>	Rio Paranaíta, jusante da Rodovia MT-206	Localizado cerca de três quilômetros a jusante do cruzamento do rio Paranaíta com a rodovia estadual MT-206. Neste trecho o rio é bastante encaixado, com elevada velocidade de correnteza. Nas proximidades da área são observadas formações de floresta aluvial, um meandro abandonado pelo rio e uma área de pedral.
<b>Ponto 5</b>	Rio Paranaíta, montante da Rodovia MT-206	Localizado cerca de 50 km a montante da rodovia MT-206, a jusante de outra estrada vicinal que liga a zona rural à sede do município de Paranaíta. Na região central da área amostrada existe um grande terraço rochoso, com cerca de 120 metros de extensão, que bloqueia o rio e a jusante o divide em dois trechos, separados por uma ilha fluvial. Ao longo do trecho há algumas áreas de floresta aluvial de tamanhos variados, com presença de árvores de grande porte, além de praias aparentemente resultantes de antiga área de mineração.
<b>Ponto 6</b>	Rio Teles Pires, montante das Corredeiras do Jaú	Localizado pouco mais de 3km a montante das Corredeiras do Jaú, inserido num complexo de ilhas fluviais, que divide o rio Teles Pires em vários canais, com características diferentes.
<b>Ponto 7</b>	Rio Teles Pires, área da Balsa	Localizado na área de travessia de uma balsa que liga os dois lados de uma estrada vicinal, que faz a conexão entre Paranaíta e propriedades rurais na margem direita do rio Teles Pires. São observadas ilhas fluviais. Neste trecho do rio o canal chega a atingir cerca de 700 m de largura.
<b>Ponto 8</b>	Rio Teles Pires, jusante do rio Santa Helena	Ponto mais a montante do estudo. Está localizado cerca de 1 km a jusante da foz do rio Santa Helena e cerca de 3 km a jusante de outra balsa de travessia. O trecho do rio apresenta leito largo, declive suave e águas calmas, sem corredeiras. Uma ilha de pouco mais de 4 km divide a porção inferior do trecho em dois canais.
<b>Ponto 9</b>	Rio São Benedito	Ponto localizado próximo a confluência dos rios São Benedito e Teles Pires, no município de Paranaíta. (acesso pela margem esquerda)
<b>Ponto 10</b>	Rio Apicás	Ponto localizado próximo a confluência dos rios Apicás e Teles Pires, a jusante da UHE Foz do Apicás, no município de Paranaíta. (acesso pela margem direita)

### 5.3 PERIODICIDADE DAS COLETAS

No período de 36 meses de implantação do empreendimento serão realizadas 14 campanhas de campo. Sendo que no primeiro ano as campanhas de campo serão bimestrais passando para trimestrais a partir do segundo ano, respeitando os períodos de seca, cheia, enchente e vazante.

### 5.4 ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

Os procedimentos metodológicos apresentados a seguir referem-se às análises estruturais da população, do ictioplâncton, da biologia alimentar das espécies, dos aspectos reprodutivos e da quantificação de metais pesados (principalmente nas espécies carnívoras de topo de cadeia).

## 5.5 MÉTODOS DE CAPTURA

Aplicará ao Monitoramento de Ictiofauna e Biologia Pesqueira, da UHE Teles Pires, como metodologia de coleta, o uso de malhas de amostragem distribuídas ao longo dos pontos de amostragem. Para as amostragens serão utilizados diferentes apetrechos de pesca, tais como redes de espera, tarrafas, peneiras, covos e outros, visando, desta forma representar com maior fidelidade possível a riqueza de espécies presente em cada área explorada.

A malha amostral e captura da ictiofauna deverão cobrir áreas menores, pré-definidas e georeferenciadas, da seguinte forma: a área dos reservatórios, bem como dos trechos de rio livres, deverão ser divididas em subáreas. Para determinar o número de subáreas e a sua localização, serão levadas em consideração, a área total de cada corpo de água, os tributários contribuintes e as regiões lóticicas, de transição e lênticas, assim como áreas de pesca conhecidas na região. Cada subárea deverá estar relacionada à pelo menos uma estação de monitoramento limnológico utilizada por este estudo (Figura 01) e frequência de amostragem (Cronograma Geral - Anexo I).

Para a padronização do espaço amostral, serão adotadas metodologias sistematizadas de captura e levantamento na área dos reservatórios e dos trechos de rio livres (áreas aquícolas), as quais serão praticadas durante as campanhas, a saber:

Redes de espera, com malha (cada de 10 x 2 m) de diversas malhas (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mm entre nós opostos) dispostas em baterias de superfície e fundo, expostas no período noturno;

Redes de arrasto (malha 5,0 mm entre nós opostos);

Puçás com malha 0,2 mm;

Espinhéis, anzol (diversos tamanhos e linhas);

Coletas com tarrafa com diferentes malhagens (10, 15 e 20 mm), sendo que um número de lances será padronizado em 20 por estação.

Os equipamentos (redes) serão colocados por 24 horas de maneira a considerar o período que os peixes apresentam maior mobilidade (noturno e matutino) (TEJERINA-GARRO *et al*, 2005).

As variáveis físico-químicas serão monitoradas no momento da soltura e recolhimento dos apetrechos de pesca. Os parâmetros ambientais como oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade e salinidade da água serão mensurados *in situ*, utilizando sondas multiparamétricas, marca YSI. A turbidez será determinada através de medidor de campo 2100-P, marca HACH serão medidos nos 10 pontos amostrados.

As amostras de exemplares recém-capturados serão fotografadas de maneira a permitir a documentação do padrão de cor em vida.

## 5.6 COLETA DO ICTIOPLÂNCTON

### 5.6.1. Metodologia para ambientes lóticicos e áreas de transição

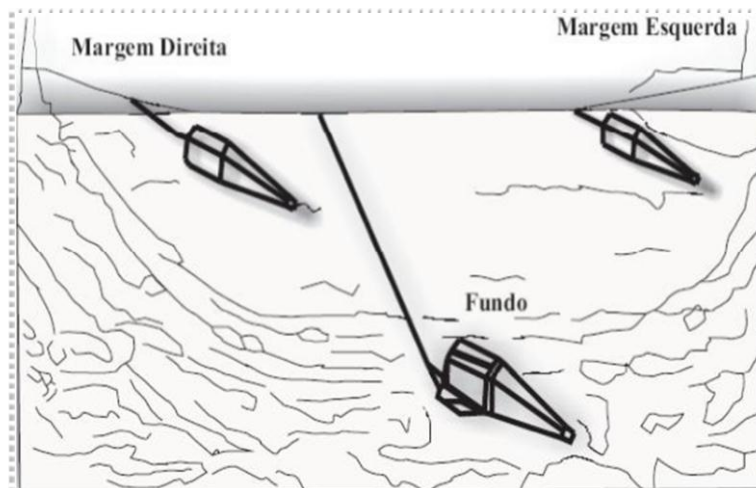
O levantamento de ictioplâncton, nas amostragens das áreas lóticicas e de transição serão realizadas na *superfície e fundo*, com indicação da profundidade, empregando redes de ictioplâncton do tipo cônico-cilíndrica, com malha 0,500 mm, área da boca da rede de 0,1104m<sup>2</sup>, as quais serão expostas ou

arrastadas, dependendo da velocidade da corrente, por 10 minutos, numa faixa de 50m (**Figura 2**). As amostragens de fundo serão realizadas com redes do mesmo tipo e malha, com área da boca de 0,06605m<sup>2</sup> acoplada a uma draga do tipo trenó. Ambas as redes serão equipadas com fluxômetro para a obtenção do volume de água filtrada.



**Figura 2- Rede de coleta para ictioplâncton**

Será utilizado o sistema de redes estacionárias, no qual as redes permanecerão expostas por quinze minutos, com amostragens a cada 4 horas em três posições (margem direita, margem esquerda e fundo) (**Figura 3**).



**Figura 3 - Esquema de posicionamento das redes estacionárias utilizadas para a coleta em ambientes lóticos**

### **5.6.2 Metodologia de coleta para ambientes lênticos**

Para as coletas de ovos e larvas de peixes serão utilizadas redes de plâncton cônico-cilíndricas de malha 0,500 mm, equipadas com medidor de fluxo, que serão operadas a partir do anoitecer, em arrastos horizontais na superfície da água, com o barco em baixa velocidade ( $\pm 5$ km/h), no sentido contracorrente, por 10 minutos. Essas coletas são realizadas no canal dos rios, nas mesmas estações de coleta apresentadas na Tabela 1, quando for possível a aplicação do método de captura.

As amostras obtidas serão fixadas em formol diluído a 4% tamponado e acondicionadas em frascos plásticos (500 mL), sendo identificadas quanto ao local e data de coleta. No laboratório, os organismos serão separados do restante do plâncton sob microscópio estereoscópico, em aumento de 10 vezes, sob placa de acrílico do tipo Bogorov. A identificação das larvas será realizada de acordo com a literatura especializada NAKATANI et al. (2001) ou ainda pela sequencia de desenvolvimento.

A abundância de ovos e larvas será padronizada para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água filtrada, utilizando-se as seguintes expressões:

$$V = a * r * f$$

Sendo:

**V** = volume de água filtrada (m<sup>3</sup>);

**a** = área da boca da rede (m<sup>2</sup>);

**r** = número de rotações do fluxômetro;

**f** = fator de calibração do fluxômetro;

$$Y = \left( \frac{X}{V} \right) * 10$$

Sendo:

**Y** = número de larvas por m<sup>3</sup>;

**X** = número de larvas coletadas;

**V** = volume de água filtrada.

A densidade média de ovos e larvas por local de amostragem foi obtida através da seguinte expressão:

$$D = \left( \frac{C}{B} \right)$$

Sendo:

**D** = densidade média de ovos e larvas por local;

**C** = número total de ovos e larvas de peixes capturados;

**B** = número de coletas por local.

No intuito de estabelecer as relações entre ovos, larvas e jovens de peixes serão realizadas coletas de água em cada ponto e horário de amostragem. Para esta análise serão utilizados: temperatura da água (°C), pH, condutividade elétrica (µS/cm), oxigênio dissolvido (mg/L) e turbidez (NTU).

### 5.6.3 Coleta adensada de Ictioplâncton

Visando coletar informações sobre a presença de ovos, larvas e formas juvenis de peixes e

possíveis sítios de desova em trechos livres de barramento, serão realizadas coletas adensadas de ictioplâncton nos trechos 9 (Rio São Benedito) e 10 (Rio Apiacás) a jusante do eixo da futura barragem da UHE Teles Pires. Será utilizada a mesma metodologia de coleta descrita nos itens 5.6.1 e 5.6.2.

Serão cinco coletas adensadas que iniciarão no mês de dezembro de 2012, com duração de cinco dias cada, e terminarão no mês de fevereiro de 2013, com intervalo de dez dias entre as coletas.

#### **5.6.4 Metodologia de análise e comparação dos dados**

A análise de componentes principais (PCA) será utilizada para sumarizar as variáveis abióticas, proporcionando o estabelecimento e caracterização dos ambientes. Para determinar quais componentes principais serão retidos para análise será utilizada a hipótese de aleatoriedade obtida do modelo de "broken-stick" (JACKSON, 1993).

Os exemplares que não forem fixados em formalina 4% para compor a coleção taxonômica serão utilizados para as análises de biologia alimentar e aspectos reprodutivos das espécies. Os espécimes capturados deverão ser acondicionados em sacos plásticos etiquetados com o código do local, coordenadas geográficas, data e hora da captura, e mantidos em gelo até o momento do transporte para o laboratório.

Todas as capturas do Programa de Monitoramento da Ictiofauna devem ser feitas mediante autorização de coleta e transporte emitida pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A solicitação de autorização deve ser encaminhada ao órgão responsável pela empresa contratada, seguindo as recomendações da Instrução Normativa Nº 146/2007 sobre procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação). Os exemplares coletados serão depositados como material testemunho em coleções de instituições científicas a definir.

Para a identificação das rotas de migração reprodutiva, zonas de recrutamento e crescimento serão observados e georeferenciados, durante as campanhas de campo, os berçários, as possíveis áreas de desova e os trechos onde ocorram cardumes em migrações. Complementarmente, serão utilizadas as informações dos questionários aplicados aos pescadores profissionais no Programa de Acompanhamento da Atividade Pesqueira (P.43) e do Programa de Transposição da Ictiofauna (P.28).

O monitoramento de Ictiofauna e biologia pesqueira verificam, a médio e longo prazo, a eficácia dos peixamentos realizados anualmente no empreendimento em questão, entre outros aspectos, a composição, a distribuição e a biologia das principais espécies ictiológicas dos reservatórios.

O programa, além de acompanhar as alterações na composição e estrutura das comunidades de peixes, visa, também, localizar e avaliar a importância das áreas de desova, crescimento e/ou berçário situadas na área sob influência do empreendimento, avaliando a influência que a implantação e operação das usinas têm sobre o ciclo de vida das principais espécies de peixes da região. Propõe as medidas mais indicadas para a manutenção da diversidade ictiofaunística e dos recursos pesqueiros da área sob influência desses empreendimentos com base em dados científicos obtidos a médio ou longo prazo.

Os peixes coletados serão fixados em formalina 10%, colocados em sacos plásticos identificados, conservados em formalina e transportados para análise em laboratório para análises complementares. No laboratório serão identificados taxonomicamente, sendo esta confirmada por especialistas, obtidos dados biométricos, retirados os estômagos, para posterior determinação do hábito alimentar, e as gônadas para determinação do estágio de maturação gonadal.



Os exemplares de peixes a serem incluídos na Coleção de Peixes da UNEMAT – Campus de Alta Floresta serão entregues em recipientes adequados, rotulados e identificados de acordo com a forma de apresentação da Coleção de Peixes da Amazônia Meridional.

#### **5.6.5 Acompanhamento das espécies migratórias - Marcação das espécies com TAGS**

Cada exemplar, maior de 30 cm, capturado através da pesca convencional será marcado com de TAG colorido na base da nadadeira dorsal (para peixes de escama ou de couro). Os peixes capturados em malhadeiras que apresentarem condições de serem marcados (que tiverem possibilidade de sobreviver) para monitoramento serão taguados.

Os TAGS terão um número que corresponde às informações obtidas naquele momento. As informações colhidas serão: comprimento padrão, peso, coordenadas, sanidade do exemplar (marcas de fisga, rede ou predação), local de coleta, e todas as informações anotadas para as demais espécies de peixes.

Todo esse processo deverá demorar menos de 60 segundos, evitando estressar o peixe.

#### **5.7 ANÁLISES LABORATORIAIS**

Os espécimes capturados para inventário taxonômico devem ser identificados, enumerados, submetidos à biometria (comprimento total, comprimento padrão e peso) e organizados numa base de dados sistematizada, que inclua todos aqueles referentes ao Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

Para a análise dos aspectos reprodutivos os peixes deverão ser dissecados para a determinação do sexo, avaliação do grau de maturação gonadal e avaliação da gordura abdominal. Para avaliar o grau de maturação gonadal, as seguintes observações devem ser consideradas macroscopicamente: o volume ocupado pela gônada na cavidade abdominal, a coloração, a irrigação sanguínea e a ocorrência de produtos reprodutivos, com base na metodologia proposta por VAZZOLER (1996), conforme citado no EIA-RIMA da UHE Teles Pires (EPE/LEME- CONCREMAT, 2009).

Para o estudo da biologia alimentar das espécies de peixes, primeiramente deve-se estimar o grau de repleção estomacal em análise macroscópica. Posteriormente, os estômagos deverão ser extraídos e conservados em formalina 10%. Os estômagos deverão ser analisados em microscópio estereoscópio para a identificação dos itens alimentares. As espécies deverão ser agrupadas em categorias tróficas, de acordo com o hábito alimentar, ex: detritívoras, herbívoras, insetívoras, onívoras, carnívoras, piscívoras, invertívoros, e suas variações como, onívoro com tendência a herbivoria e onívoro com tendência a insetívoro.

A análise dos ovos e larvas nas amostras deverá ser feita mediante uso de microscópio estereoscópico, e os ovos e larvas de peixes devem ser separados, quantificados e identificados. Os juvenis também serão analisados sob microscópio estereoscópico para identificação.

Para o cálculo da densidade dos juvenis e das larvas deverá ser considerada a quantidade de água que passará pela boca da rede (fluxômetro).

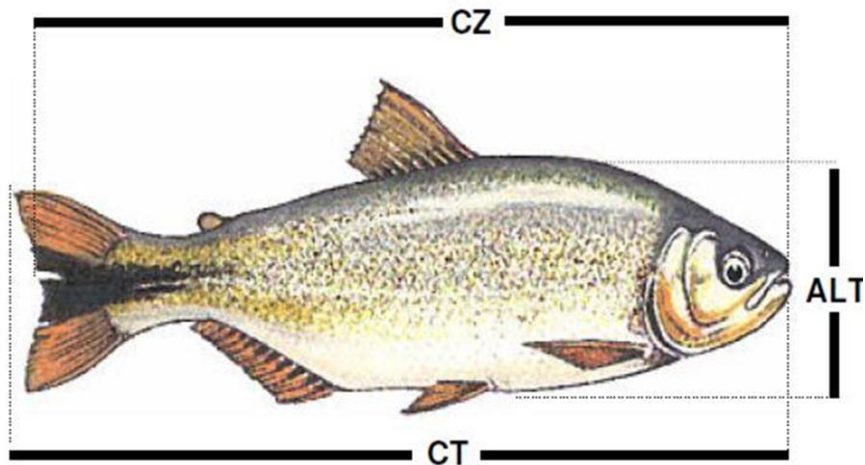
As quantificações de Hg-T e MeHg devem ser realizadas no tecido muscular dos peixes. Para a determinação do Hg-T utiliza-se a técnica de espectrofotometria de absorção atômica com geração de vapor frio (BASTOS *et al.*, 1998) e, para a determinação de MeHg, a cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons (KEHRING, 1999).

### 5.7.1 Metodologia de Análise dos Dados Ictiológicos

Em laboratório, os organismos serão identificados, sempre que possível, até o nível taxonômico de espécie por meio da literatura especializada (BRITSKI, 1972; GODOY, 1975; GÉRY, 1977; GARAVELLO, 1979; BURGESS, 1989; BUCKUP *et al.* 2007; BIZERRIL & PRIMO, 2012). Ainda, passarão por uma análise macroscópica quanto suas características corporais, avaliando-se possíveis deformidades, anomalias, erosões, etc.

Todos os organismos serão contados e pesados (biometria) para obtenção dos seus valores de abundância total e relativa por grupo taxonômico e pontos amostrais.

Na biometria serão obtidas medidas de comprimento zoológico (CZ) ou furcal, que vai do focinho até a bifurcação entre os lobos inferior e superior da nadadeira caudal, comprimento total (CT), que vai do focinho até a extremidade final da nadadeira caudal e altura, que vai da parte mais dorsal do corpo até a parte mais ventral (**Figura 4**). O instrumento utilizado para a tomada dessas medidas deverá ser uma trena.



**Figura 4 - Comprimento total (CT), comprimento zoológico (CZ) e altura (ALT) de um peixe**

**Método e técnicas de coleta, marcação e armazenamento de dados:** Os peixes capturados deverão ser marcados, medidos, pesados, fotografados, fixados, devidamente etiquetados, assim como as amostras de sangue, tecidos, estruturas para análises laboratoriais. As etiquetas devem conter informações mínimas, como o código do local, coordenadas geográficas, data e hora da captura. Os Programas de Monitoramento da Ictiofauna e de Repovoamento de Ictiofauna Nativa a Jusante devem apresentar fichas técnicas, em formato “xls” (Microsoft Excell®), para as espécies capturadas e utilizadas no repovoamento, se for o caso, com os aspectos abaixo relacionados:

Os exemplares de peixes a serem incluídos na Coleção de Referência serão entregues em recipientes adequados, rotulados e identificados de acordo com a forma de apresentação da Coleção existente.

Para o monitoramento da ictiofauna deverão ser utilizados os mesmos apetrechos de coleta citados nos levantamentos prévios (EIA-RIMA da UHE Teles Pires, EPE/LEMECONCREMAT, 2009), a saber: baterias de redes malhadeiras, de diferentes tamanhos de malhas (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mm entre nós opostos); rede de arrasto (malha 5,0 mm entre nós opostos); puçás (com malha 0,2 mm); tarrafas de diversos tamanhos; espinhéis; anzol (diversos tamanhos) e linha.

A padronização dos métodos, que inclui o esforço amostral de captura por petrecho de pesca, também deve seguir, minimamente, o utilizado nos estudos do EIA-RIMA (EPE/LEME- CONCREMAT, 2009). Em cada ponto de amostragem deverão ser realizadas três coletas com malhadeiras, armadas no início da manhã, permanecendo, cada uma delas, por 24 horas. Idealmente, devem ser realizadas 3 (três) vistorias com intervalos de 8 horas para despesca dos peixes capturados, totalizando 24 horas de exposição da bateria de redes.

Nos pontos de amostragem em que serão utilizadas as redes de arrasto, o esforço amostral deve realizar-se em três lances consecutivos. Os puçás, tarrafas (de fundo e de meia água), anzol e linha serão utilizados sempre que as condições do ambiente permitirem, priorizando também a aplicação de um esforço padronizado de coleta. A utilização desses apetrechos (puçás, tarrafas, anzol e linha) complementa o inventário taxonômico, possibilitando a captura de espécies de peixes em diferentes ambientes como troncos submersos, pedrais, praias de areia ou lama, córregos e riachos.

Em cada um dos 10 pontos de amostragem da ictiofauna, informações sobre os parâmetros ambientais como oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez e temperatura da água deverão ser obtidos, independente do apetrecho de pesca utilizado.

Os dados das variáveis ambientais auxiliarão na compreensão da ictiofauna e suas alterações em relação a esses parâmetros em toda extensão da área de estudo (escala temporal e espacial), antes e durante a implantação e na fase de operação do empreendimento.

**Abundância relativa (F):** É dada pela relação entre a abundância total de uma espécie e o número total de espécimes capturados em um determinado ambiente. A relação indica quais espécies são dominantes (F maior que 50%), abundantes (F é menor que 50% e maior ou igual a 25%) ou raras (F é menor que 25%). A partir desta relação pode-se estimar a importância ecológica de cada táxon nos locais amostrados (LOBO & LEIGHTON, 1986).

Essa análise deverá ser efetuada utilizando-se os dados totais de cada espécie, bem como os valores de abundância por classe de comprimento, o que indicará se espécimes de tamanhos diferentes exploram diferentes locais na área de estudo.

Para analisar os dados de abundância de espécies recomenda-se plotar o número de espécies contra o número de indivíduos por espécies, adotando-se a representação (Le, séries geométricas, logarítmicas, log normal, etc..) que melhor expressem os resultados.

**Índice Ponderal de Dominância:** Para integrar os dados de abundância com biomassa será utilizado o índice ponderal de dominância (10), obtido através do índice ponderar de dominância, descrito pela expressão:

$$ID (\%) = [Ni.Pi / \sum ( Ni.Pi)]. 100$$

Ni: número de indivíduos da espécie i; Pi: Peso da espécie i.

A variação temporal deverá ser expressa ainda pelos valores de taxa de alteração (TA - sensu MEFFE & BERRA, 1988), calculados por  $TA = (E - C) / (N1 + N2)$ , onde E é o número de extinções; C é o número de colonizações e N se refere ao número total de espécies nos momentos 1 e 2, respectivamente.

A comparação relação entre aspectos biológicos (i.e., estrutura das comunidades) e abióticos (i.e., qualidade da água) pode ser efetuada mediante a comparação de matrizes de similaridade, produzidas a cada campanha, e por processos de comparação multivariada (e.g., Análise de Correlações canônicas, P.C.A., regressões múltiplas) deverão ser identificados aqueles fatores ecológicos abióticos que mais influenciam no processo observado de alterações bióticas, obtendo-se assim subsídios a serem aplicados na elaboração de medidas corretivas quando os impactos se mostrem reversíveis.

A análise da estrutura populacional das espécies de peixes capturadas deverá constar de, no mínimo, a distribuição dos indivíduos capturados em classes de tamanho e respectivas freqüências e variação anual por compartimentos e a determinação da relação peso versus comprimento, com respectivas variações em função do tempo e compartimento.

A relação peso-comprimento será calculada para cada uma das espécies da ictiofauna (SANTOS, 1978), sendo empregados os dados referentes ao peso e comprimento total, durante todo o período de amostragem.

Após lançar em gráfico os valores de peso e comprimento total, será ajustada a curva expressa pela equação potencial representada por:

$$W_t = a.L_t^b$$

**Onde:**  $W_t$  = peso total (g);  $L_t$  = comprimento total (cm); a = fator de condição; b= coeficiente de alometria.

A equação será linearizada para estimativa dos coeficientes linear e angular (A e B) e do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre  $\ln W_t$  e  $\ln L_t$ , pelo método dos mínimos quadrados, originando a seguinte equação:

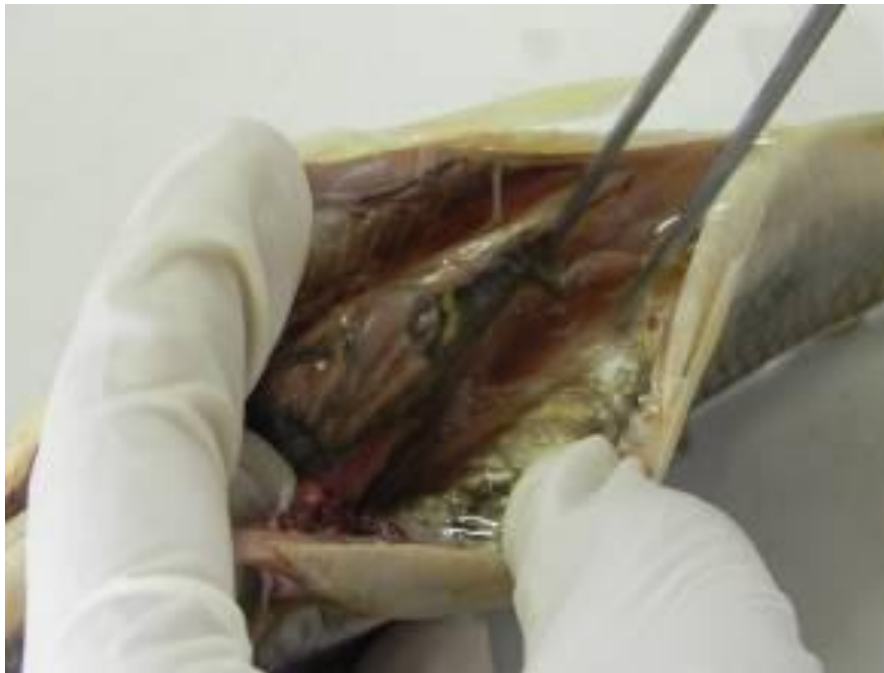
$$\ln W_t = A + B.\ln L_t$$

Por esta relação, b (coeficiente de inclinação da reta) passa a representar o coeficiente alométrico de tal forma que, quando  $b < 1$  se observa uma alometria negativa do peso em relação ao comprimento, ou seja, há um acréscimo mais lento de peso em relação aos aumentos do vetor geral de tamanho. Se b for maior que 1, indica-se que, face a alometria positiva, ocorrem incrementos de peso mais rápidos que aumentos de tamanho, denotando situação de engorda. A situação especial na qual  $b = 1$  representa crescimento isométrico entre as duas variáveis. Mediante a análise das equações das retas geradas pode-se inferir processos de crescimento, maturação ou de respostas negativas às mudanças ambientais produzidas.

**Aspectos Reprodutivos:** Esta análise visa apresentar o ciclo reprodutivo de cada espécie, indicando o tamanho da primeira maturação, o tipo e a(s) época(s) de desova e a fecundidade total e relativa. O acompanhamento dos resultados obtidos irá demonstrar as alterações no padrão de recrutamento e de renovação temporal das comunidades.

O estágio de maturação gonadal (**Figura 5**) será atribuído macroscopicamente levando-se em consideração as características das gônadas: turgidez, irrigação, coloração e posição na cavidade

abdominal. No caso dos ovários o grau de visualização dos ovócitos também será considerado. Deverá ser utilizada a escala gonadal de 4 estádios proposta por VAZZOLER (1996):



**Figura 5 - Retirada das gônadas para análise do grau de maturação**

**Estágio 1** - Repouso reprodutivo: (a) machos: testículos finos e translúcidos, túbulos seminíferos fechados e paredes, contendo apenas cistos de espermatogônia; (b) fêmeas: ovários finos e transparentes, pequeno volume, contendo apenas ovócito jovem;

**Estágio 2** - Maturação inicial: (a) machos: testículos volumosos e esbranquiçados, lume dos túbulos seminíferos contendo pequena quantidade de espermatozóide e parede com cistos de todas as células da linhagem espermatogênica; (b) fêmeas: ovários volumosos, aumento da vascularização e com alguns ovócitos visíveis a olho nu, ocupando discreto volume da cavidade celomática.

**Estágio 3** - Maturação final: (a) machos: testículos com volume máximo, coloração branco-leitosa e franjas túrgidas. Lume dos túbulos repletos de espermatozóides; (b) fêmeas: ovários amarelos, volume máximo, vascularização evidente, ovócitos visíveis a olho nu, ocupando grande parte da cavidade celomática.

**Estágio 4** - Pós-reprodução (esgotado): (a) machos: áreas hemorrágicas e franjas flácidas. Túbulos seminíferos com lume aberto, podendo conter espermatozóides residuais e parede constituída somente de espermatogônias; (b) fêmeas: hemorrágicos e flácidos, com raros ovócitos opacos e visíveis a olho nu.

Na determinação das características bioecológicas dos constituintes da ictiofauna, será estimado o índice gonadossomático (IGS) (VAZZOLER, 1996), de acordo com o peso das gônadas das espécies de peixes mais frequentes, pela seguinte equação:

$$\text{IGS} = W_g/W_t \cdot 100$$

**OBS:** Os principais eventos do ciclo reprodutivo deverão ser avaliados através da análise da frequência mensal dos estádios de maturação gonadal (VAZZOLER *et al.*, 1997) e do índice gonadossomático (IGS) (VAZZOLER, 1996). Posteriormente, será calculado o Índice de Atividade Reprodutiva (AGOSTINHO *et al.*, 2001), aonde a atividade reprodutiva será classificada em incipiente ( $0 < IAR < 5$ ), moderada ( $5 < IAR < 10$ ) e intensa ( $IAR > 10$ ).

Todos os dados deverão ser tratados por espécie no sentido de se estabelecer uma classificação de cada táxon quanto às estratégias reprodutivas (sensu VAZZOLER, 1996).

O tamanho de primeira maturação gonadal (L50), que corresponde ao comprimento onde 50% dos exemplares são adultos, será estimado graficamente (VAZZOLER, 1996), para as espécies dominantes da ictiofauna após análise dos dados das gônadas já coletados.

**Ecologia trófica:** Para os estudos de alimentação da ictiofauna serão abordados, o comportamento alimentar, a análise da dieta através de conteúdo estomacal, grau de repleção estomacal e abundância e importância de cada item alimentar, e suas variações espaço-temporal.

Na determinação da dieta e das inter-relações tróficas, os estômagos com alimento serão preservados em formalina a 4%. O grau de repleção dos estômagos será avaliado através de uma escala de valores inteiros variando entre zero (mínimo) e três (máximo), conforme a seguinte escala:

**GRAU 0** = estômago completamente vazio; **GRAU 1** = estômago parcialmente vazio; **GRAU 2** = estômago parcialmente cheio, e **GRAU 3** = completamente cheio.

Os conteúdos estomacais deverão ser examinados sob microscópio estereoscópico e os itens identificados ao menor nível possível. Estas análises deverão ser realizadas de acordo com os métodos de frequência de ocorrência (onde se registra o número de peixes em que cada item ocorreu, obtendo-se a porcentagem em relação ao total de estômagos com alimento) e volumétrico (registra-se o volume de cada item alimentar, obtendo-se a porcentagem em relação ao volume total de todos os conteúdos estomacais) HYSLOP (1980).

Os percentuais obtidos com esses métodos devem ser combinados no índice Alimentar (IA), proposto por (KAWAKAMI & VAZZOIER, 1980). No caso das espécies cujo estômago não é evidenciável, como os loricarídeos, deverá ser avaliada a repleção e o peso das vísceras.

No caso das espécies cujo estômago não é evidenciável, como os loricarídeos, deverá ser avaliada a repleção e o peso das vísceras. Para os estudos de reprodução da ictiofauna serão abordados, a fecundidade, tamanho de primeira maturação, estágio de desenvolvimento gonadal, relação gonadossomático, período reprodutivo e possíveis locais de reprodução na área de abrangência do programa.

**Estudos de integração:** A integração dos dados bionômicos será feita mediante a análise conjunta dos mesmos com o intuito de se identificar os padrões temporais de organização e de estrutura das ictiocenoses. As seguintes análises serão realizadas:

**Constância de Ocorrência (c):** É dada pela relação entre o número de vezes que uma dada espécie esteve presente em uma série amostral e o total de amostras realizadas. Quando efetuada

dentro de uma série temporal de dados procedentes em uma única unidade de coleta gera valores que indicam a persistência do táxon em enfoque.

Quando calculada base nos dados de distribuição por unidade de amostragem, permite avaliar o grau de ubiquidade do mesmo.

**Alterações gerais nas comunidades:** De acordo com Legendre & Legendre (1998), a ecologia numérica é o ramo da ecologia que tem por objetivo a análise de grandes tabelas de dados visando descrever sua estrutura, quantificando o grau de associação entre as variáveis e objetos, definindo assim comunidades biológicas e áreas ou períodos de mesmas características ecológicas, sendo, portanto, a ferramenta necessária para a visualização dos processos de evolução das comunidades esperados com o andamento das obras e posterior operação do empreendimento.

A eficiência das amostragens será avaliada pela curva de espécies acumulada obtida através de gráfico, onde a coluna representa o número de espécies capturadas em cada mês, e a linha o de espécies acumuladas ao longo período de estudo.

Serão estimados os valores de similaridade faunística entre as áreas de amostragens por estação do ano, bem como calculados o índice de riqueza específica de MARGALEF, de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou, conforme LUDWIG & REYNOLDS (1988):

- **Índice de riqueza específica de Margalef**

$$D = (S - 1) / \ln(n)$$

- **Índice de diversidade de Shannon**

$$H' = - \sum [(ni/n) \cdot \ln(ni)]$$

- **Índice de equitabilidade de Pielou**

$$J = H' / \ln(S)$$

Onde **S**= é o número de espécies; **n**= o número total de indivíduos; **ni**= é o número de indivíduos da espécie; **i** no arrasto.

Por meio da análise de agrupamento serão estabelecidas as associações entre as espécies integrantes da ictiofauna e os anos de coleta, utilizando-se o número de indivíduos por espécie. Devido à distribuição contagiosa típica em estudos de peixes (COLVOCORESSES & MUSICK, 1984), serão padronizados os dados com a transformação logarítmica  $\log(x + 1)$ . Na seqüência, será estabelecida a medida de semelhança entre os pares de espécies pelos índices e agrupamentos que apresentarem os melhores coeficientes cofenéticos (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Mediante processos de comparação multivariada (e.g., Análise de Correlações canônicas, P.C.A., regressões múltiplas) deverão ser identificados aqueles fatores ecológicos abióticos que mais influenciam no processo observado de alterações bióticas (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998), obtendo-se assim subsídios a serem aplicados na elaboração de medidas corretivas quando os impactos se mostrem reversíveis.

## 5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Conforme mencionado na Seção anterior, as informações obtidas no campo deverão ser transferidas para planilhas eletrônicas, constituindo um banco de dados completo sobre a ictiofauna.

A análise da abundância e biomassa e deverá ser apresentada em quadros ou tabelas contendo ordem, família, espécie por local e apetrecho de pesca.

O padrão de riqueza, composição da comunidade e os índices de Diversidade (Shannon-Wiener), Dominância (Simpson), equitabilidade e similaridade deverão ser analisados por pontos de coleta e por épocas sazonais.

É imprescindível que as análises realizadas neste Programa incluam tratamentos estatísticos, como análises exploratórias multivariadas (como PCA, CCA, Cluster, por exemplo) e testes de hipótese (análises univariadas). Pode-se ainda aplicar uma regressão múltipla dos dados bióticos com os ambientais (abióticos), para verificar de que maneira a riqueza ou a comunidade respondem às alterações físicas e químicas da qualidade de água na escala temporal e espacial.

É importante ressaltar que as análises ecológicas serão efetuadas com base nos dados quantitativos obtidos pela metodologia padronizada de coleta. Ou seja, essas análises serão efetuadas com redes de espera e de arrasto. Tarrafas, espinhéis e puçás somente serão utilizados para complementação do inventário ictiofaunístico.

O padrão funcional da comunidade ictiofaunística nos diferentes pontos de coleta deverá incluir os seguintes aspectos: riqueza geral e riqueza das espécies por categoria trófica para cada ponto de coleta, abundância de exemplares coletados por categoria trófica para cada ponto de coleta, atividade alimentar e acúmulo de gorduras nas espécies que compõem a comunidade íctica de cada ponto de coleta, e os aspectos reprodutivos, como relação peso x comprimento (LE CREN, 1951), fatores de condição alométrico (K) (LE CREN, 1951) e índice gonadossomático (IGS).

As análises de densidade absoluta e abundância relativa (%) do ictiopâncton deverão ser avaliadas e comparadas por períodos e locais de coleta, por meio da aplicação dos índices ecológicos e das análises estatísticas, para verificação de diferenças significativas entre os períodos e locais de coleta.

Do mesmo modo que para os dados da comunidade, sugere-se que a avaliação dos dados gerados no monitoramento para o Hg-T e Me Hg também inclua análises estatísticas exploratórias multivariadas (como PCA, CCA, Cluster, por exemplo) e testes de hipótese (análises univariadas), no intuito de buscar alguma regularidade ou padrão nas análises realizadas para esses parâmetros.

## **6. INDICADORES DE DESEMPENHO**

O desenvolvimento deste Programa será avaliado por meio da aplicação dos diversos índices ecológicos (Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Similaridade) que indicarão temporalmente e espacialmente a distribuição e composição da comunidade íctica em relação às diversas etapas da obra.

## **7. ETAPAS / PRAZOS**

Com exceção da identificação das rotas migratórias, que serão observadas principalmente durante as épocas de enchente e cheia, os demais itens propostos nos objetivos deste programa serão cumpridos ao longo de 36 meses (fase de implantação). No 14º mês, a contar do início da Licença de Instalação, está prevista a elaboração de um *Workshop* que reunirá todas as equipes envolvidas nos programas relacionados a ictiofauna, para decisão da necessidade ou não de instalação de uma Sistema de



Transposição de Peixes (STP) para o rio Teles Pires. Caso a decisão seja pela instalação de um STP, a equipe deve propor, de maneira conjunta, os ajustes necessários para o sistema escolhido, considerando os resultados dos programas de Resgate da Ictiofauna em Áreas Ensecadas (P.04), de Monitoramento da Ictiofauna (P. 25) e de Investigação Genética de Ictiofauna (P.26). É importante mencionar que a escolha desta data proposta para o *Workshop* considera a conclusão dos trabalhos do Programa de Investigação Genética (P.26) e é compatível com o cronograma de obras da engenharia, caso se faça necessária a instalação de um Sistema de Transposição.

O cronograma do Programa de **Monitoramento da Ictiofauna**, apresentado no final deste Programa, está organizado da seguinte forma: no primeiro ano campanhas bimestrais e nos dois últimos anos campanhas trimestrais, visando atingir melhores resultados quanto a identificação dos processos reprodutivos das espécies coletadas.

## **8. RELATÓRIOS**

O presente Programa prevê, durante a implantação do empreendimento, a elaboração de relatórios de atividades em cada campanha trimestral, 2 Relatórios Anuais (17° e 32° meses) e 1 Relatório de Consolidação da fase de implantação (35° mês).

O *Workshop* proposto deve gerar um documento sobre as discussões e conclusões relacionadas ao Sistema de Transposição de Peixes para o rio Teles Pires. Este documento deve ser encaminhado ao IBAMA.

Na fase de operação está prevista também a elaboração de relatórios de atividades em cada campanha trimestral, 4 relatórios anuais (47°, 59°, 71° e 83° mês a contar da LI) e 1 relatório de Consolidação dos dados.

Ao final do monitoramento da ictiofauna serão compilados os dados para subsidiar as ações dos Programas de Resgate da Ictiofauna nas Áreas Afetadas pelas Ensecadeiras (P.04), Programa de Monitoramento da Ictiofauna (P. 25), Programa de Investigação Genética de Ictiofauna (P.26), Programa de Repovoamento da Ictiofauna a Nativa a Jusante (P.27) e Programa de Transposição de Ictiofauna (P.28).

**A estrutura dos relatórios está apresentada a seguir:**

### **1. Introdução;**

### **2. Objetivos;**

### **3. Metodologia;**

#### 3.1. Área de Estudo;

#### 3.2. Localização dos pontos e periodicidade das coletas;

#### 3.3. Coleta dos dados;

#### 3.4. Análise dos dados;

### **4. Resultados;**

#### 4.1 Fatores abióticos;

#### 4.2. Padrão estrutural da ictiofauna: composição, riqueza, equitabilidade e similaridade (índices ecológicos de maneira geral), biomassa;

#### 4.3 abundância e biomassa da ictiofauna: táxons coletados por apetrecho de pesca e captura por unidade

4.4 espécies endêmicas, raras e em extinção ou ameaçadas de extinção;

4.5. Padrão funcional espaço-temporal: riqueza e abundância das categorias tróficas, espectro alimentar das espécies-chave, reproduções, rotas migratórias observadas, sítios de desova (resultados do ictioplâncton);

4.6. Quantificação de mercúrio das espécies de interesse;

#### **5. Considerações finais;**

5.1. Fatores abióticos;

5.2. Relação da ictiofauna com fatores abióticos;

5.3. Relação entre padrões estruturais e funcionais da ictiofauna e o empreendimento;

5.4. Comentário sobre endemismo, extinção e sobreexploração;

5.5. Relação entre as quantificações de mercúrio nas espécies de interesse e o empreendimento;

5.6 comparações com campanhas e etapas anteriores;

#### **6. Ações mitigadoras a impactos detectados;**

61. Referências Bibliográficas;

62. Próximas atividades;

63. Equipe técnica;

64. Recursos Humanos e Materiais Necessários.

### **9. RECURSOS HUMANOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS**

Para a execução das atividades de Monitoramento da Ictiofauna, a equipe deverá ser formada pelos profissionais descritos abaixo e apresentados no **Quadro 2**:

Especialista Sênior – Coordenador, que será o responsável pela coordenação dos trabalhos de campo, pela elaboração das atividades de Estrutura da comunidade de Ictiofauna e pela confecção de relatórios analíticos e consolidados do Projeto.

Especialistas em ictioplâncton, biologia reprodutiva e alimentar, bioacumulação e taxonomia - responsáveis pelos trabalhos de campo, laboratório e análise de dados nas respectivas especialidades.

Técnicos/Auxiliares - responsáveis pela coleta dos peixes, triagem, processamento e armazenamento dos peixes.

Baqueiros.

Para o monitoramento da ictiofauna serão utilizados os equipamentos e materiais já citados anteriormente.

**Licença de Coleta:** Todas as capturas e solturas devem ser feitas mediante autorização emitida pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A solicitação de autorização deve ser encaminhada ao órgão responsável pela **CONTRATADA**, seguindo as recomendações da Instrução Normativa nº 146/2007 sobre procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação). Os exemplares coletados serão depositados como material testemunho em coleções científicas.

**Quadro 2 - Profissionais envolvidos nos Programas de Ictiofauna**

<b>Formação Profissional/ Experiência</b>	<b>Função / Área de Atuação</b>	<b>Profissional</b>	<b>CTF</b>
Especialista Sênior - Coordenadora	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	Solange Aparecida Arrolho da Silva	203522
Especialista em biologia alimentar	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	Andréia Aparecida Franco	5383222
Biólogo Mestrando Taxonomia	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	James Machado Bilce	2091970
Especialista em estrutura de comunidades	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	Reginaldo Carvalho do Santos	4040230
Especialista em reprodução e processos migratórios	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	Rosalvo Duarte Rosa	629394
Engenheiro Florestal – Responsável pelo bando de Dados e SIG	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	Ayslaner Victor Gallo de Oliveira	2041560
Técnicos/Auxiliares (Univesidade)	Levantamento/ análises de campo/ laboratório e escritório	A definir	-

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDICTO-CECÍLIO, E. (Eds). Situação atual e perspectiva da ictiologia no Brasil. Maringá. EDUEM, 127p., 1992.
- AGOSTINHO, A.A. Pesquisas, monitoramento e manejo da fauna aquática em empreendimentos hidrelétricos, p. 38-59. In: COMASE (Ed.). Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro: fundamentos, reuniões temáticas preparatórias: caderno 1 - Fundamentos. Rio de Janeiro, Eletrobrás, 61p.,1994.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; SUZUKI, H.I Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognosis on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Eds.) Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. Leiden, Backhuys Publishers, 585p. 1999.
- BARBOSA, A. C.; GARCIA, A. M. & SOUZA, J. R. Mercury contamination in hair of riverine of Apicás Reserve in the Brazilian Amazon. Water, Air and Soil Pollution, v.97, p.1-8, 1997.
- BASTOS, W.R.; MALM, O.; PFEIFFER, W.C.; CLEARY, D. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon, Brazil. Technical Review. Ciênc Cult. 50, 255-260.1998.
- BONNER; T.H.; WILD, G.R. Changes in the Canadian River Fish Assemblage Associated with Reservoir Construction. Journal of Freshwater Ecology. v. 15, n.2, 2000.
- EPE/LEME-CONCREMAT – Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Teles Pires. Fase III – Levantamentos, Estudos Básicos de Alternativas. Relatório Parcial, 2009.
- GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L.. Ecology and conservation of fish in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. Acta Limnologica Brasiliensia, Rio de Janeiro, v.5, 1994.
- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch *Perca fluviatilis*. J. Anim. Ecology, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.
- NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V.; Cavicchioli-Makrakis, M., Pavanelli, C. S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001. 378p.
- POMPEU, P.S.; MARTINEZ, C.B. Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, leste brasileiro. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 23, n. 2, June 2006.
- VAZZOLER, A.E.A M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 1996.196p.





A handwritten signature in black ink, appearing to read "R. Duarte Rosa".

**Rosalvo Duarte Rosa**

MAPSMUT: Tecnologia, Natureza & Sociedade  
Coordenação Administrativa

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Solange Aparecida Arrolho da Silva".

**Solange Aparecida Arrolho da Silva**  
UNEMAT - Campus Alta Floresta  
Laboratório de Ictiologia da Amazônia Meridional